Série A, N° 1839
N° d'ordre :
2706

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

A. FABRE

1re Thèse : Description géologique des terrains tertiaires du Médoc et essai sur la structure tectonique du département de la Gironde.

2e Thèse : Les terrains de revêtement du Médoc.

21 MARS 1939

Soutenues le Mars 1939 devant la Commission d'examen

MM. Ch. JACOB, *Président*
LANQUINE, PIVETEAU *Examinateurs*

BORDEAUX
IMPRIMERIE E. DROUILLARD
3, PLACE DE LA VICTOIRE, 3

1939

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547920_0001

Série A, n° 1839
N° d'ordre :
2706

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

A. FABRE

1re Thèse : Description géologique des terrains tertiaires du Médoc et essai sur la structure tectonique du département de la Gironde.

2e Thèse : Les terrains de revêtement du Médoc.

Soutenues le Mars 1939 devant la Commission d'examen

MM. Ch. JACOB, *Président*
LANQUINE } *Examinateurs*
PIVETEAU }

BORDEAUX
IMPRIMERIE E. DROUILLARD
3, place de la Victoire, 3

1939

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen honoraire ..... M. Molliard.
Doyen..... C. Maurain, *Professeur*, Physique du Globe.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Professeurs honoraires.

H. Lebesgue. A. Fernbach. Émile Picard. Léon Brillouin. Guillet. Péchard. Freundler. Auger. Blaise. Dangeard. Lespieau. Marchis. Vessiot. Portier. Molliard. Lapicque. G. Bertrand. Abraham. Ch. Fabry. Léon Bertrand. Wintrebert. Duboscq. Bohn. E. Rabaud.

PROFESSEURS

M. Caullery....	T	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
N		Chimie générale.
Émile Borel....	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.
Jean Perrin....	T	Chimie physique.
E. Cartan.....	T	Géométrie supérieure.
A. Cotton.....	T	Recherches physiques.
J. Drach.....	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
Charles Pérez..	T	Zoologie.
M. Guichard....	T	Analyse et mesures chimiques.
Paul Montel.....	T	Théorie des fonctions et Théorie des transformations.
L. Blaringhem.	T	Botanique.
G. Julia	T	Mécanique analytique et Mécanique céleste.
C. Mauguin	T	Minéralogie.
A. Michel-Lévy.	T	Pétrographie.
H. Bénard.....	T	Mécanique expérimentale des fluides.
A. Denjoy	T	Application de l'analyse à la Géométrie.
L. Lutaud.....	T	Géographie physique et Géologie dynamique.
Eugène Bloch..	T	Physique.
G. Bruhat.....	T	Physique théorique et physique céleste.
E. Darmois.....	T	Enseignement de Physique.
A. Debierne.....	T	Physique générale et Radioactivité.
A. Dufour.....	T	Physique (P. C. B.)
A. Dunoyer....		Optique appliquée.
L. Guilliermond.	T	Botanique.
M. Javillier....	T	Chimie biologique.
Robert-Lévy....	T	Physiologie comparée.
F. Picard.....		Zoologie (Évolution des êtres organisés).
Henri Villat ...	T	Mécanique des fluides et applications.
Ch. Jacob.....	T	Géologie.
P. Pascal	T	Chimie minérale.
M. Fréchet.....	T	Calcul différentiel et Calcul intégral.
E. Esclangon .	T	Astronomie.
Mme Ramart-Lucas	T	Chimie organique.
H. Béghin	T	Mécanique physique et expérimentale.
Foch.....		Mécanique expérimentale des fluides.
Pauthenier		Physique (P. C. B.).
De Broglie. .	T	Théories physiques.
Chrétien..... .		Optique appliquée.
P. Job		Chimie générale.
Labrouste.		Physique du Globe.
Prenant.....	T	Anatomie et Histologie comparées.
Villey		Mécanique physique et expérimentale.
Combes.....	T	Physiologie végétale.
Garnier...	T	Mathématiques générales.
Pérès.....		Mécanique théorique des fluides.
Hackspill.....		Chimie (P. C. B.).
Laugier.....	T	Physiologie générale.
Toussaint.....		Technique aéronautique.
M. Curie		Physique (P. C. B.).
G. Ribaud.... ..	T	Hautes températures.
Chazy.....	T	Mécanique rationnelle.
Gault		Chimie (P. C. B.).
Croze.....		Recherches Physiques.
Dupont.....	T	Théories chimiques.
Lanquine.....	T	Géologie structurale et géologie appliquée.
Valiron.....		Mathématiques générales.
Barrabé		Géologie structurale et géologie appliquée.
Millot..		Biologie animale (P.C.B.).
F. Perrin.....		Théories physiques.
Vavon		Chimie organique.
G. Darmois		Calcul des Probabilités et Physique-Mathématique.
Chatton..... ...	T	Biologie maritime.
Aubel.....		Chimie biologique.
Jacques Bourcart		Géographie physique et Géologie dynamique.
Mme Joliot-Curie.		Physique générale et Radioactivité.
Plantefol.....		Biologie végétale (P C. B.).
Cabannes.....		Enseignement de Physique
Grassé...		Biologie animale (P. C. B.)
Prévost.....		Chimie (P. C. B.).
Bouligand.....		Mathématiques.

Secrétaire..... A. Pacaud.
Secrétaire honoraire..... D. Tombeck.

INTRODUCTION

Après les importants travaux de JOUANNET, de RAULIN, de MATHERON, de LINDER et de BENOIST, s'échelonnant sur plus d'un siècle, le département de la Gironde ne semblait pas devoir appeler une nouvelle étude géologique. En particulier sa partie occidentale, le Médoc, région dont le relief est très atténué et dont la surface est recouverte pour ses 95 centièmes par des dépôts de revêtement, paraissait devoir mal se prêter à une révision des terrains tertiaires.

Cependant, amené à la recherche géologique par le foyer scientifique actif que constitue la Société Linnéenne de Bordeaux et appelé par mes obligations professionnelles d'Inspecteur de l'Enseignement primaire à parcourir quasi journellement le Médoc, il m'a fallu consulter toute la documentation antérieure. Bientôt, dès 1927, il m'est apparu, en particulier, que les tracés de la Carte géologique étaient souvent inexacts par suite de la méconnaissance d'une structure tectonique complexe. C'est ainsi que, progressivement, s'est édifié le présent mémoire.

Dans cette voie, j'ai été solidement orienté par l'enseignement de M. F. DAGUIN, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Tous ceux qui ont suivi ses cours en connaissent la vigueur et la clarté. Au laboratoire, M. DAGUIN a mis en outre toutes les ressources, bibliothèque et collections, à ma disposition. Avec nos confrères linnéens, MM. CASTEX et NEUVILLE, aussi bien qu'avec ses étudiants, il est venu souvent m'accompagner sur le terrain. Ainsi sont sortis les « dômes » du Médoc, éléments fondamentaux de la tectonique et de l'évolution de la Gironde. Pendant dix ans, et je puis dire à tous les instants, M. DAGUIN ne m'a ménagé ni son temps, ni ses conseils. Je ne saurais assez lui en exprimer toute ma reconnaissance.

En 1931, je pouvais commencer à dresser le bilan de mes résultats et les exposer à M. Ch. JACOB, membre de l'Institut,

professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Paris. Je conserve vivace le souvenir d'une belle soirée au cours d'une excursion interuniversitaire dans le Nummulitique de l'Aude. Le Professeur de la Sorbonne, reprenant les conclusions d'une synthèse lumineuse exposée par lui dans la journée, à propos des Pyrénées, suggérait d'en chercher encore un écho dans nos lointains dômes girondins. Depuis, il a bien voulu guider l'élaboration de mon travail et me rappeler, à l'occasion, tant pour la présentation que pour l'ordre adopté dans ma rédaction, les exigences objectives de la méthode scientifique.

Je dois également témoigner ma reconnaissance à Henri Douvillé ainsi qu'à MM. Abrard et Lambert. Mes résultats s'opposant à certaines idées admises, l'étude critique des faunes devenait nécessaire. Je l'ai poursuivie de 1931 à 1935, mais je n'aurais pas mené à bien cette révision délicate sans leur concours particulièrement averti.

Henri Douvillé n'est plus et c'est pour moi une grande tristesse de ne pouvoir, à leur achèvement, lui présenter mes études qui avaient provoqué chez lui un si vif intérêt. Il a examiné mes Foraminifères, et il en a fait une étude minutieuse qui vient compléter ce qu'il avait déjà dit de certaines espèces de l'Aquitaine. Ainsi sa dernière opinion à leur sujet sera exprimée dans ce mémoire.

M. Abrard m'a apporté le même concours pour les Mollusques et certains groupes de Foraminifères. En contrôlant mes déterminations et en les faisant suivre de discussions et de commentaires documentés, M. Abrard m'a permis de dresser une importante liste d'espèces de Mollusques du Lutétien et de préciser leur signification stratigraphique.

M. Lambert a révisé pour moi, une fois de plus, les Echinides de la Gironde. Avec son obligeance coutumière, il a repris l'examen des nombreux échantillons que je lui ai soumis. Ses commentaires érudits m'ont été un guide précieux. La place qu'occupent les Echinides dans mon travail mesure l'importance du concours de M. Lambert.

Dans le même ordre d'idées, la belle collection d'Echinides de M. Castex m'a été également d'un grand secours.

Pour bien marquer le caractère des concours que j'ai trouvés auprès d'Henri Douvillé et de MM. Abrard et Lambert, j'ai cru devoir faire figurer dans ce mémoire, avec leur autorisation, leurs opinions sous la rubrique « Notes inédites ». Ces « Notes », qui s'échelonnent de 1931 à 1935, marquent égale-

ment l'ordre de mes recherches sur les faunes de la Gironde.

Une étude stratigraphique de la Gironde aurait été incomplète si les publications de la Société Linnéenne de Bordeaux n'avaient, depuis un siècle, conservé les travaux, souvent de grande valeur, des chercheurs locaux. Des observations et des faits ainsi accumulés, j'ai retenu l'essentiel. En les résumant et les faisant entrer dans une synthèse nouvelle, j'ai voulu à la fois rendre hommage à mes devanciers et faciliter la tâche de mes successeurs. L'abondance des citations s'inspire de cette double préoccupation.

J'ai trouvé également l'accueil le plus bienveillant auprès de MM. Gaden et Agar qui m'ont communiqué leurs journaux de sondages et leurs échantillons. Les nouveaux renseignements sur les couches profondes de la Gironde viennent compléter ceux qui avaient été publiés antérieurement par Linder et Benoist.

Les échanges d'idées avec M. Ferron, Ingénieur en Chef du Génie rural, m'ont été également profitables.

Je ne saurais oublier ici mes initiateurs à la recherche géologique, mes confrères linnéens MM. Fraysse, Moreau et Neuville. En fouillant avec eux les faluns miocènes, j'ai appris l'intérêt qu'il y a à recueillir soi-même, en place, de nombreux échantillons d'une même espèce. M. Neuvile, par sa grande connaissance de la géologie de l'Aquitaine et par son esprit critique, m'a mis en garde contre des interprétations hâtives et des généralisations prématurées. Sa belle collection m'a fourni des éléments d'étude nombreux et de grande valeur.

Les concours si efficaces dont j'ai pu ainsi bénéficer expliquent l'abondance et la variété de ma documentation et l'étendue du présent mémoire.

Je n'ignore pas les imperfections de mon travail, mais j'aurai atteint mon but si on y trouve à la fois un guide pour mieux connaître la Gironde et un point de départ pour de nouvelles recherches.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE
DES TERRAINS TERTIAIRES DU MÉDOC

ET

ESSAI SUR LA STRUCTURE TECTONIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE

APERÇU GÉNÉRAL

Le Médoc forme une région naturelle limitée à l'Est par la Gironde, à l'Ouest par l'Atlantique et au Sud par une ligne qui passe sensiblement par Bordeaux, Andernos et Arcachon.

Cette région présente au premier abord une grande unité; mais cette individualité est plus apparente que réelle. Le Médoc est en effet constitué superficiellement par la terminaison des zones géographiques qui forment la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine.

La bordure ouest, avec ses rangées de dunes et ses étangs, et la partie centrale, avec ses vastes étendues de forêts de pins, font partie du pays des « Landes » qui s'étend sur 250 kilomètres de Bayonne au Verdon.

La bordure orientale, avec ses dépôts caillouteux, est la continuation des régions viticoles des Graves et de Sauternes.

Les alluvions récentes, qui prennent une importance de plus en plus grande en s'avançant vers le Nord, représentent l'étalement de la plaine alluviale de la Garonne.

Les aspects géographiques ainsi juxtaposés dans le Médoc traduisent l'action des phénomènes généraux qui se sont produits dans le Bassin d'Aquitaine. Toute tentative d'explication devra donc tendre à découvrir et à définir ces causes générales.

Mais il est évident que les dépôts de revêtement se sont

trouvés en grande partie, quant à leur formation et à leur répartition, sous la dépendance du fond rocheux primitif, c'est-à-dire de la composition et des déformations des terrains qui les supportent.

Il s'ensuit que leur étude ne pourra être abordée qu'après celle de ces terrains.

La description géologique du Médoc doit donc comprendre deux parties, l'une consacrée au Tertiaire, l'autre au Quaternaire. Dans ce premier mémoire, nous nous occuperons seulement des terrains tertiaires.

Terrains tertiaires

Situation du Médoc au point de vue tectonique (fig. 1)

Le Médoc constitue l'extrémité NO du Bassin d'Aquitaine; ses caractères dépendent de cette situation particulière.

Au point de vue tectonique, on sait que la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine est formée par une série d'anticlinaux dus à la poussée orogénique pyrénéenne *P*, de direction SSO-NNE.

A mesure que ces anticlinaux s'éloignent de l'axe de la chaîne ils sont plus espacés et plus atténués.

Tandis que l'*anticlinal Tercis-Angoumé III* montre des pendages qui approchent de 90° au Nord, celui de *Saint-Sever* ou d'*Audignon IV* a déjà une allure plus calme, bien qu'il soit encore affecté par une grande faille longitudinale, délimitée par MM. Dubalen et Reyt.

La description que Jacquot et Raulin [221, p. 313] donnent de cet anticlinal peut être retenue pour caractériser un accident de *style pyrénéen*.

« On remarque que les assises sont ployées en forme de voûte mais d'une manière fortement dissymétrique. Le revers septentrional de la protubérance qui fait face à la plaine a, en effet, une inclinaison atteignant sur certains points 70° c., tandis que le versant méridional qui regarde la montagne n'a, au contraire, qu'une pente de 10 à 12° c. L'inclinaison des assises est du reste double; elle est également très prononcée dans le sens longitudinal... ». Pour désigner cette structure, Jacquot et Raulin emploient le terme *protubérance*, pris dans le même sens que le mot *dôme* qui a été employé pour désigner les accidents situés en avant de la région des Pyrénées cen-

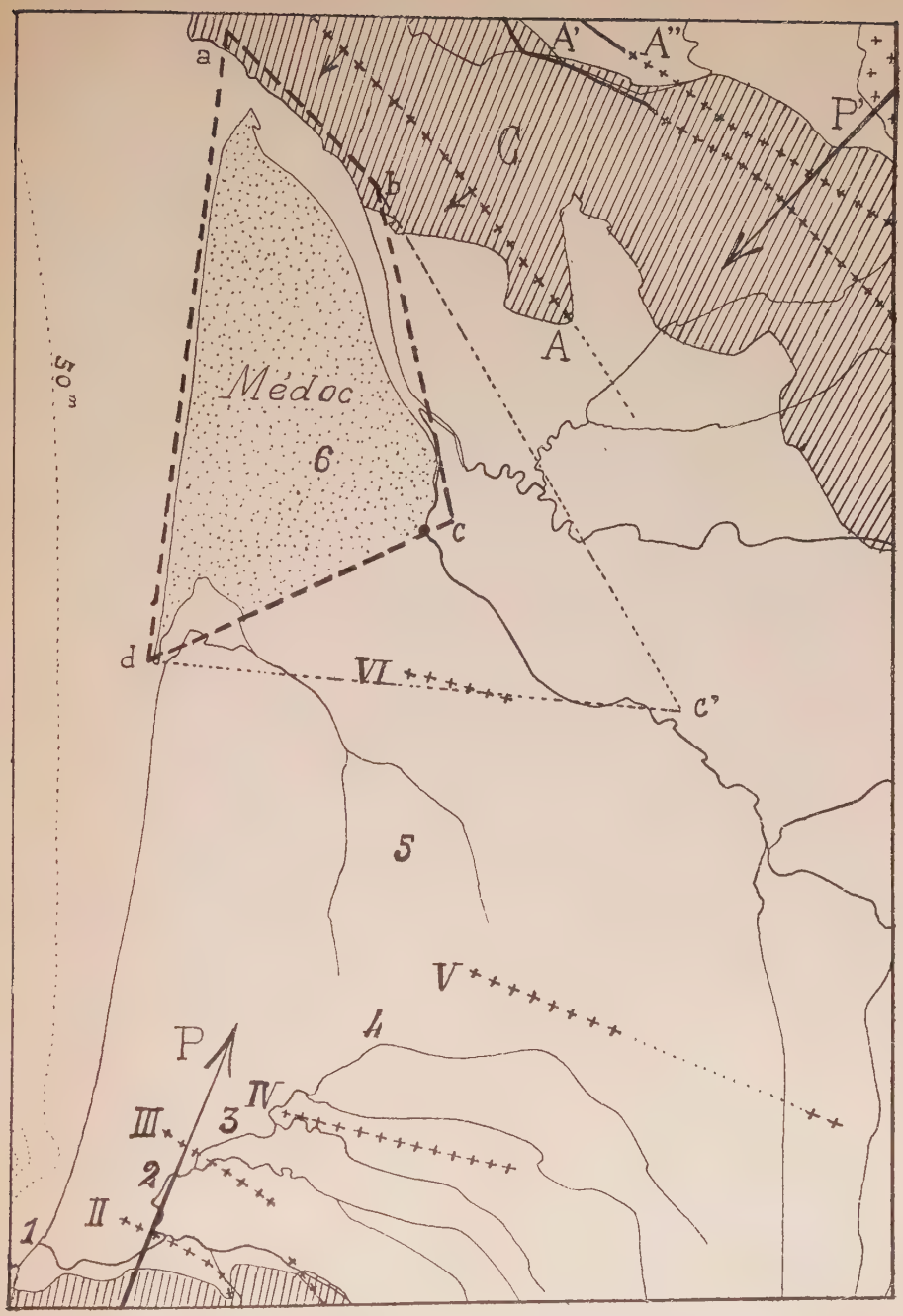


Fig. 1. — Position du Médoc, dans le synclinal girondin 6, par rapport à l'ensemble des accidents tectoniques de la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine.

I, II..., VI, A, A' A'' : anticlinaux. — 1, 2..., 6 : synclinaux. — C : Crétacé. — P → : poussées orogéniques. — a b c d : région étudiée au point de vue stratigraphique. — a b c' d : région dont la structure tectonique sera recherchée.

trales et certaines structures des anticlinaux crétacés des Charentes (Ph. Glangeaud) [207].

Le terme *bombement,* que nous emploierons de préférence, aura le même sens, mais voudra désigner un accident plus atténué.

On remarque en outre que ces accidents, *protubérance, dôme* ou *bombement,* se présentent selon des alignements bien définis; on pourra dès lors employer les expressions *axe anticlinal* ou *direction anticlinale* pour désigner un alignement où les terrains présentent, en surface ou en profondeur, des relèvements en dôme séparés par des zones d'ennoyage. Avec une signification correspondante l'expression *zone synclinale* désignera la région affaissée entre deux directions anticlinales.

La *protubérance de Roquefort V,* qui fait partie de l'axe anticlinal Roquefort (Landes)-Cézan (Gers), ne présente pas, d'après Jacquot et Raulin [221, p. 331], des pendages supérieurs à 30° au Nord et 10° au Sud.

Enfin, l'*anticlinal VI,* de *Villagrains-Landiras,* a une forme encore plus « surbaissée » : l'inclinaison des couches, d'après Raulin, n'y dépasse pas 5°. La description de cet anticlinal, à laquelle nous nous rapporterons, est celle de Em. Fallot de 1892 [187]; c'est la plus récente et la plus complète.

En continuant vers le Nord, il faut atteindre la rive droite de la Gironde, pour trouver, sur l'alignement Gémozac-Saint-Genis-de-Saintonge, un nouvel anticlinal crétacé *A*. C'est le troisième des anticlinaux crétacés décrits par Ph. Glangeaud en 1899 et appelé par cet auteur « l'anticlinal de Sauveterre (Lot-et-Garonne), Ribérac (Dordogne), Jonzac (Charente-Inférieure) ».

Les anticlinaux VI *et* A *jouent un rôle directeur dans l'évolution de la tectonique de la Gironde; il est nécessaire pour cette raison de préciser leurs caractères.*

L'*anticlinal VI* est connu par les deux pointements crétacés de Villagrains et Landiras.

L'affleurement de Villagrains fut découvert par Pigeon en 1840 et décrit successivement par Des Moulins [143], Delbos [135], Raulin [279 et 281], Linder [250], Hébert [220] et Emm. Fallot [187 et 200].

Celui de Landiras, découvert par Raulin en 1848, fut décrit

par cet auteur en 1854 [282] et 1862 [281], et ensuite par Tournouer [306], Benoist [51] et Emm. Fallot [188].

L'*anticlinal VI* constitue, à ce jour, le témoin le plus avancé au Nord de l'activité orogénique qui a produit la surrection des Pyrénées. Cet accident forme un dôme allongé dont le grand axe est sensiblement de direction EO, soit E 8° S - O 8° N. Les couches plongent assez rapidement dans toutes les directions. Au Nord, dans la vallée de la Garonne, les forages ne rencontrent l'Eocène inférieur qu'aux environs de 200 mètres (Cadillac) ; à l'Est, à quelques kilomètres seulement de l'affleurement de Landiras, le Crétacé est déjà à une profondeur de — 96 mètres; à l'Ouest, à Saint-Magne (6 kilomètres de Villagrains), le Crétacé ne se rencontre que vers — 20 mètres. On ne connaît pas l'allure des couches crétacées au Sud, entre Villagrains et Roquefort. Cependant, comme elles présentent un pendage de 30° au Nord, quand elles reparaissent dans l'anticlinal de Roquefort *V*, il est probable qu'elles forment un synclinal *5* analogue au *synclinal girondin 6*.

L'*anticlinal A* fut signalé par d'Archiac [21] en 1843 et décrit pour la première fois avec précision par Manès [261] en 1853.

Raulin [281], en 1862, le définit, d'après cet auteur, de la manière suivante : « Cette protubérance est dirigée exactement du SE au NO à peu près parallèlement au cours de la Charente... et à la côte NE de la Gironde. »

L'*anticlinal A* aurait, d'après Raulin, un développement plus grand que celui qui avait été indiqué par Manès, soit 125 kilomètres de l'extrémité de l'Ile d'Oléron à Montlieu, avec un prolongement « d'au moins 20 kilomètres jusque vers la vallée de la Dronne.... au-dessous de la nappe de sable tertiaire ».

En 1899, Ph. Glangeaud [207] précise la structure de cet anticlinal. Il montre, en particulier, qu'il est constitué, sur un même alignement, par des dômes séparés par des zones d'ennoyage. Dans sa partie principale, « ce bombement offre le caractère d'un dôme dont l'extrémité NO disparaît sous les eaux de l'Océan et dont le flanc NE offre un revers très abrupt ».

Le flanc SO de l'*anticlinal A* a été étudié avec beaucoup de précision par de Grossouvre [218] et Arnaud [23]. Nous citerons encore au cours de notre étude les *Notes* de M. Abrard et de Welsch sur certaines particularités des couches supérieures du Crétacé.

Les anticlinaux crétacés de l'Aquitaine et des Charentes ont un caractère commun : ils s'atténuent en s'éloignant des massifs montagneux du Nord et du Sud dont ils dépendent. Les plus rapprochés de ces massifs sont affectés de longues failles qui suivent sensiblement leur axe. Telles sont les failles des extrémités des anticlinaux A' et A'' et la faille longitudinale de l'anticlinal de Saint-Sever. Ce sont, d'après Ph. Glangeaud [207, p. 47], des « failles résultant de la rupture de plis trop brusques ».

Ces grandes failles affectent, pour cette raison, les voûtes anticlinales et ne se rencontrent pas sur le flanc des anticlinaux. La grande faille, que de nombreux auteurs, après Matheron, ont située sur l'emplacement de la rive droite de la Gironde, de Saint-Palais à Mortagne, se trouverait placée sur le flanc SO de l'*anticlinal A*, dans une position difficile à expliquer. Il y a là une première raison, *a priori*, pour mettre en doute l'existence de cette faille.

Les deux *anticlinaux VI* et *A* présentent une différence importante dans leur direction.

L'*anticlinal VI* appartient au système des plis orientés selon une direction sensiblement parallèle à la chaîne des Pyrénées : *il fait encore partie du système pyrénéen.*

L'*anticlinal A* est parallèle à la direction armoricaine des plissements hercyniens : il est de *style armoricain*. Plus exactement, il représente un *plissement armoricain « posthume »* (Suess).

Le synclinal girondin 6, *compris entre le dernier anticlinal pyrénéen et le dernier anticlinal armoricain, possède donc une signification différente de celle des synclinaux* 1, 2, 3, 4, 5 *qui font partie du système pyrénéen.*

Il est en effet sous la dépendance de deux tectoniques de style différent; autrement dit, il représente une zone d'interférence où s'équilibrent les poussées P *venant du Sud et les poussées* P' *venues de la résistance des massifs hercyniens du Nord.*

Notre étude aura pour objet de définir cette zone, c'est-à-dire de découvrir la tectonique profonde de la Gironde.

Mais la structure du synclinal complexe de la Gironde ne représente en réalité que le résultat dernier de l'activité orogénique qui s'est manifestée dans cette région depuis le début du Tertiaire. Cette structure actuelle, en quelque sorte figée, ne révèle que d'une manière confuse la part des forces compo-

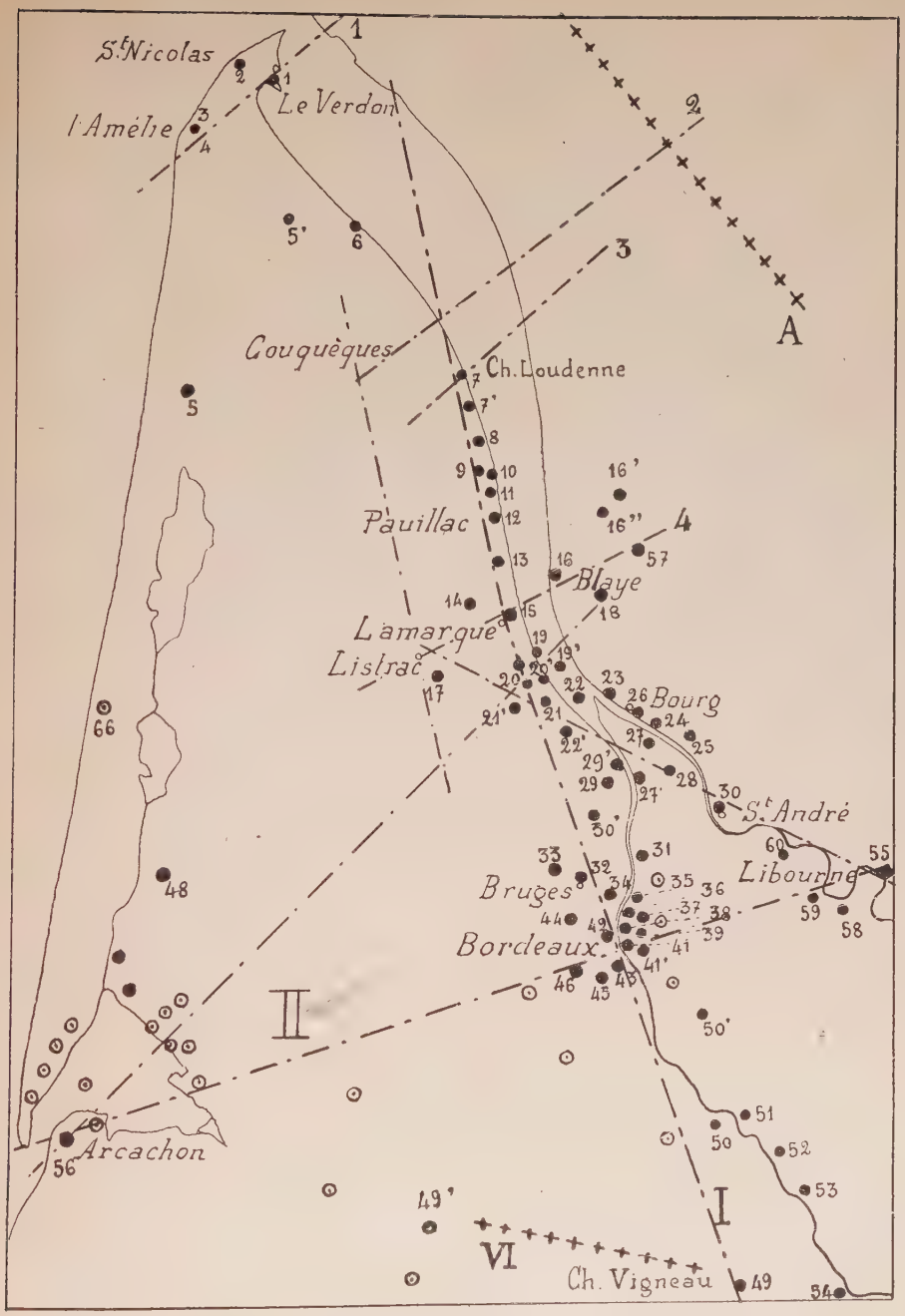


Fig. 2. — Principaux forages de la Gironde.

A : anticlinal des Charentes. — VI : anticlinal de Villagrains-Landiras. — I, II : coupes générales; 1, 2, 3, 4 : coupes de la bordure NE du synclinal girondin. — ● : forages ayant atteint ou dépassé l'Eocène; ⊙ : forages ne dépassant pas le Miocène ou l'Oligocène. — — — — — — : coupes générales.

santes qui s'ajoutèrent ou s'opposèrent à chaque moment de cette longue période.

Ce sont cependant ces forces qu'il importerait de définir; ce furent elles qui, par les modifications de forme qu'elles firent subir au bassin, imposèrent aux dépôts leur distribution et leur composition.

Ces dépôts peuvent donc permettre, par une analyse attentive, de définir les poussées dont ils sont le résultat et en quelque sorte l'expression.

La distribution des facies, la composition et l'épaisseur des dépôts pourront donner, pour chaque étage, la position des rivages et le mouvement du fond du bassin.

A la fin de chaque période correspondant à la constitution d'un étage il sera possible de définir les éléments tectoniques acquis ou modifiés durant la période.

On verra ainsi un thème tectonique primitif, d'abord très simple, se former, puis se développer et se compléter par des modifications successives pour aboutir enfin à l'ensemble structural actuel.

Pour représenter les différentes phases de la formation du *synclinal girondin,* nous retiendrons principalement la coupe I (fig. 2), laquelle traverse le synclinal d'un bord à l'autre, normalement à son axe et en remontant obliquement vers les bordures.

Nous insisterons principalement sur la région de la coupe I pour plusieurs raisons : 1° elle intéresse la totalité des terrains; 2° elle a présenté, à différentes périodes, une grande uniformité dans les conditions de la sédimentation (phases de régression et de transgression); 3° les affleurements qui la constituent et les nombreux forages qui la traversent fournissent des renseignements d'une grande précision.

Au terme de l'étude de la formation du *synclinal girondin* il sera possible de vérifier les idées de Dollfus, Munier-Chalmas, Marcel Bertrand, MM. Lemoine et Pruvost, sur la formation progressive des accidents tectoniques et des bassins de sédimentation. Le synclinal girondin se trouve bien placé pour cette étude des phénomènes tectoniques. On peut en trouver la raison dans l'opinion suivante de Marcel Bertrand [74] : « l'idée d'un rapprochement entre les pays de plaine et de montagne n'exclut pas des différences profondes qui sont connues de tous les géologues; en s'exagérant, le ridement de

l'écorce terrestre se complique peut-être d'autres phénomènes; dans les pays de plaine, au contraire, il se montre à nous en quelque sorte à l'état rudimentaire et c'est là, par conséquent, si l'analogie n'est pas trompeuse, que nous pouvons espérer par une étude attentive et détaillée arriver à en soupçonner d'abord, puis à en préciser les lois ».

Le Médoc, par sa position sur un flanc d'anticlinal dont les couches sont faiblement inclinées, constitue une zone tectonique et géologique d'une grande étendue et où les dépôts peuvent traduire avec précision les variations d'intensité des mouvements du sol.

Pour cette raison, nous ne séparons pas des couches du Médoc celles de la rive droite qui les continuent en formant la bordure même du Bassin tertiaire de l'Aquitaine. C'est pour n'avoir pas fait abstraction de la solution de continuité produite, dans les couches, par le creusement récent de l'estuaire, que les auteurs anciens n'ont pu donner une explication satisfaisante de la stratigraphie et de la tectonique de la Gironde en général et du Médoc en particulier.

Notre description géologique du Médoc aura donc pour limites celles qui sont figurées par le quadrilatère *a, b, c, d.*

Stratigraphie : distribution générale des terrains tertiaires

L'étude des terrains tertiaires de la Gironde s'est poursuivie pendant un siècle. Elle peut être divisée en trois périodes :

1° *De 1824 à 1860.* — Dans cette première période les recherches portent sur la distinction des deux masses calcaires des rives de la Garonne et de la Gironde : *Calcaire de Blaye* et *Calcaire à Astéries.*

Les premiers travaux sur la classification des terrains de l'Aquitaine, de Boué (1824) et de Billaudel (1826), ne séparent pas encore ces calcaires. C'est cependant à Billaudel, en 1828, que l'on doit la première « Carte géologique du département de la Gironde ».

Jouannet, en 1830, classe pour la première fois les terrains de la Gironde dans une série dont la composition, durant cette période, subira peu de changements, soit :

6. Diluvium.
5. Calcaire lacustre.
4. Calcaire marin supérieur.

3. Terrain palæothérien et mollasse.
2. Calcaire marin inférieur.
1. Argile plastique et lignite.

On voit, dans cette série, l'influence de la classification des terrains du Bassin de Paris. Pendant dix ans, de 1830 à 1840, les idées émises par Jouannet ne s'imposent pas.

Ch. Des Moulins, en 1832, les adopte en partie mais ne distingue pas nettement le troisième terme.

Drouot, en 1838, oublie dans sa classification des terrains le deuxième terme, le *Calcaire de Blaye*.

Grateloup, la même année, confond les niveaux établis par Jouannet.

Dufrenoy, pendant cette période et jusqu'en 1847, soutient encore la réunion des deux masses calcaires. Mais en quelques années, trois auteurs, de Collegno, Delbos et Raulin, vont faire triompher les idées de Jouannet.

En 1843, de Collegno donne une coupe de la région de Blaye, sinon complète, du moins exacte dans l'ordre de succession des couches. Le Calcaire d'eau douce de Plassac y figure.

Delbos, en 1846, adopte, en les précisant, les idées de de Collegno. La classification des terrains qu'il donne en 1848 est la plus complète et la plus précise de cette période.

Formation moyenne : Calcaire à Astéries.

Formation inférieure :

1. Couches à *Ostrea longirostris*.
2. Calcaire et meulières. Gypse.
3. Mollasse du Fronsadais et grès de Bergerac.
4. Calcaire à Orbitolites de Blaye et Pauillac.

En même temps que Delbos, Raulin en 1848 donnait une nouvelle *Classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine*.

Les travaux de cet auteur se poursuivent durant un demi-siècle. Ils renferment, avec de nombreuses observations, des vues très justes pour l'époque sur la structure de l'Aquitaine; mais, au point de vue qui nous occupe, ils ne constituent pas un progrès sur ceux de Delbos.

La réunion dans un même étage de la *Mollasse du Fronsadais*, des *Sables du Périgord* et du *Calcaire grossier de Bourg* représente au contraire un recul.

On peut cependant retenir des travaux de Raulin trois idées qui vont diriger les recherches postérieures.

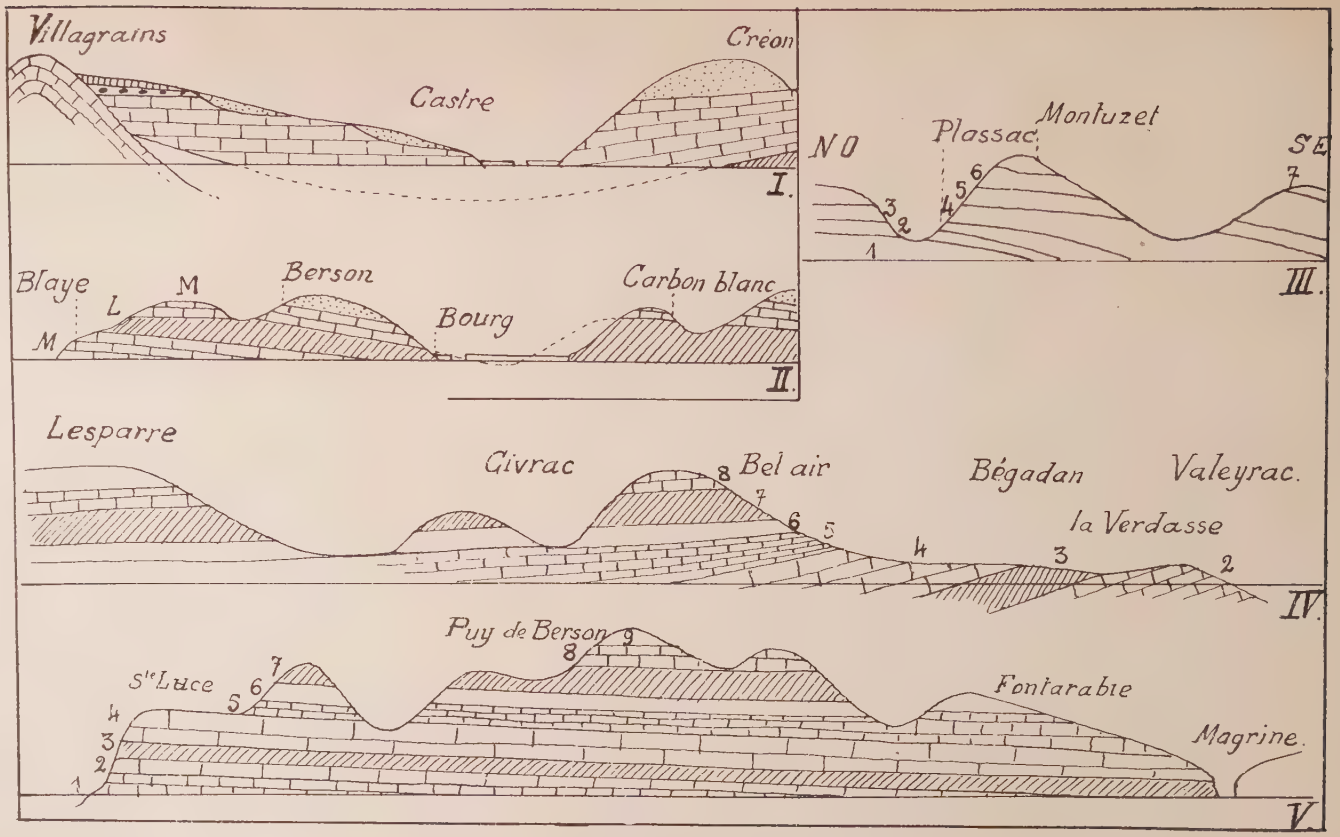


Fig. 3. — Coupes comparées de Pigeon (I, II), Gosselet (III) et Matheron (IV, V).

Par la première, dans sa thèse de 1848, il établit le parallélisme entre le calcaire grossier du Médoc et celui du Bassin de Paris : « les fossiles, écrit-il, sont en partie identiques avec ceux du calcaire grossier de Paris et ont, depuis longtemps, fait regarder ces dépôts comme contemporains ».

La seconde idée se trouve exprimée dans une *Note* de 1852 [279] ; c'est l'attribution des *Sables de Royan* à l'Yprésien : « MM. Manès et d'Archiac ont trouvé, dit-il, sur plusieurs points, à la surface du sol, des plaquettes de grès fin renfermant en grande abondance *N. planulata* et *Alveolina oblonga*. Ces couches représentent sans aucun doute les sables glauconifères inférieurs du Soissonnais et du Nord du Bassin de Paris. »

Enfin, dans la même *Note*, parlant des dépôts caillouteux, sableux et argileux qui recouvrent le Crétacé, de Saint-Thomas-de-Conac à Etauliers, Raulin déclare qu'il lui est « impossible de ne pas les rapporter aux assises inférieures du terrain éocène ».

Cette idée, qui sera reprise bien plus tard par Welsch, correspond à la représentation que l'auteur se faisait du Bassin d'Aquitaine, lequel n'aurait été, durant les temps tertiaires, qu'un vaste estuaire largement ouvert à l'Ouest. Cette conception contient implicitement l'explication de tous les passages latéraux de facies que Raulin n'a pu découvrir mais qu'il a du moins entrevus.

D'Archiac, Delbos et Leymerie, par leurs découvertes et par la part qu'ils prirent dans les discussions sur les travaux de Raulin, contribuèrent à préciser la signification des différents étages du Tertiaire.

D'une manière indirecte, les travaux de Paléontologie de Deshayes, Des Moulins et Agassiz, dont l'importance se révélera surtout pendant la période suivante, firent avancer la connaissance du Tertiaire de l'Aquitaine.

Au point de vue stratigraphique, les résultats obtenus pendant cette période se trouvent représentés par la carte et les coupes de Pigeon de 1860. Nous reproduisons les parties de deux de ces coupes qui se rapportent à notre étude (fig. 3, coupes I et II).

D'Archiac, en 1849 [20], résume les résultats obtenus pendant cette première période. Malgré le nombre des recherches et l'importance des travaux, ils ne sont pas décisifs; en particulier les auteurs ne soupçonnent pas l'importance et la signi-

fication des terrains détritiques si variés qui séparent le *Calcaire de Blaye* du *Calcaire à Astéries*.

C'est par la distinction de niveaux précis, dans cet ensemble de terrains, que va commencer la seconde période.

2° *De 1860 à 1890.* — A cette période sont attachés les noms de Gosselet, Matheron, Tournouer, Linder, Vasseur et Benoist.

La note de Gosselet de 1863 [212], bien que ne voulant être, au dire de son auteur, qu'un « ballon d'essai », marque un grand progrès sur les travaux antérieurs. Pour la première fois, une série stratigraphique complète et exacte se trouve nettement définie.

La coupe III (fig. 3) comprend les termes suivants :

7. Calcaire de Bourg.
6. Mollasse du Fronsadais.
5. Calcaire marin à *Orbitolites*.
4. Calcaire siliceux d'eau douce.
3. Marne blanche.
2. Argile grise à *O. cochlearia* ? *(O. cucullaris)*.
1. Calcaire de Blaye.

Mais Gosselet, sous l'influence des auteurs qui l'ont précédé, réunit les cinq derniers termes de cette série dans un même étage, celui du « gypse parisien ».

La note de Matheron de 1867 [263] fait faire des progrès décisifs à la connaissance des terrains tertiaires de la Gironde. La série stratigraphique établie par cet auteur est admise encore aujourd'hui. Elle se trouve figurée dans deux coupes passant l'une par Blaye (rive droite) et l'autre par Valeyrac (rive gauche) (fig. 3, coupes IV et V).

Ces deux coupes établissent le parallélisme des terrains situés sur les deux rives.

La comparaison des coupes de Matheron, de Gosselet et de Pigeon (fig. 3) fait ressortir une différence importante. Les coupes de Pigeon montrent que *les terrains tertiaires de la Gironde forment des ondulations à large rayon de courbure.* Linder *reprendra cette conception : ce sera la nôtre.*

Les coupes de Matheron, et particulièrement celle de la rive droite, représentent des couches parallèles et concordantes.

L'allure de ces couches sous-entend une *tectonique rigide* qui trouvera son expression dans le système de failles de Benoist.

Matheron réunit ainsi dans son œuvre une stratigraphie précise et exacte tirée de l'observation directe et une tectonique hypothétique. *Cette seconde partie de son œuvre arrivera à constituer un obstacle insurmontable pour l'étude des questions de stratigraphie, parallélismes et synchronismes, que les auteurs qui suivront viendront à se poser.*

Avec Matheron, il semble que soit close la période des interprétations. Les travaux des auteurs suivants, Linder, Benoist et Vasseur, sont essentiellement descriptifs. Nous aurons à les examiner au cours de notre étude. La synthèse de Benoist de 1888 enrichit la conception de Matheron mais n'en modifie pas les lignes essentielles.

3° *De 1910 à 1933.* — Le manque de questions générales à discuter explique l'absence de travaux sur la Gironde de 1890 à 1910. Ce sont les progrès de la Paléontologie qui vont remettre en cause la stratigraphie établie par Matheron et consacrée par Linder dans la Carte géologique (feuilles Lesparre et Bordeaux).

Les discussions qui s'instituent de 1910 à 1933 et auxquelles prennent part Cossmann, H. Douvillé et MM. Abrard, Castex et Lambert, concernent seulement la position du *Calcaire de Blaye.*

Les controverses engagées révèlent l'insuffisance de la seule méthode paléontologique pour résoudre des questions de stratigraphie. Elles font ressortir également le manque d'arguments probants d'ordre stratigraphique et la nécessité de reprendre l'étude du Bassin de la Gironde au point où Matheron *et* Benoist *l'avaient laissée, le premier en 1867, le second en 1888.*

Nous prendrons donc comme point de départ de l'étude de chaque terrain la *Note* de Matheron et nous confronterons les conceptions de cet auteur avec les connaissances accumulées par ses successeurs, auxquelles nous joindrons les résultats de nos propres recherches.

En définitive, notre étude, outre son objet propre, qui est la description d'une région, comprendra le résumé des travaux sur le Tertiaire de la Gironde de 1830 à nos jours, et un essai de synthèse nouvelle, qui prendra place historiquement après les

synthèses de Jouannet (1830), de Collegno (1843), Delbos (1846), Raulin (1848), Matheron (1867) et Benoist (1888).

Elle sera composée des parties suivantes :

L'Eocène. — I. Eocène inférieur : les *Sables inférieurs à Nummulites.*

II. Eocène moyen : le *Calcaire de Blaye* et les *couches marines et lacustres de Plassac.*

III. Eocène supérieur : le *Calcaire de Saint-Estèphe* et les *Marnes blanches du Médoc.*

L'Oligocène : les *Marnes argileuses inférieures* et le *Calcaire à Astéries.*

Le Miocène : distribution et position.

Résumé et conclusions : *essai sur la structure tectonique du département de la Gironde.*

ÉOCÈNE

CHAPITRE I

L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Les Sables inférieurs à Nummulites

Historique.

LINDER, VASSEUR, BENOIST, H. DOUVILLÉ, M. ABRARD.

Description.

LIMITE INFÉRIEURE DES TERRAINS TERTIAIRES.

Forages de Château Vigneau, Lamarque, Pauillac, Saint-Yzans, Le Verdon.

LES SABLES INFÉRIEURS DANS LES FORAGES PROFONDS DU CENTRE DU BASSIN.

Partie nord : forages de Lamarque à Saint-Yzans.

Forage de Lamarque.

Forages de Cussac, Moulis, Blaye, Soussans, Margaux.

Forages de Pauillac, Saint-Yzans, Richard.

Partie sud : forages de la région de Bordeaux.

Rive droite : forages 39, 41, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40.

Rive gauche : forages 44, 42.

LES SABLES INFÉRIEURS DANS LES RÉGIONS DE BORDURE DU SYNCLINAL GIRONDIN.

Bordure SE.

Portets, Lestiac, Rions, Cadillac, Libourne.

Bordure NE.

Affleurements de la rive droite : Saint-Bonnet, Saint-Thomas-de-Conac, Meschers, Saint-Georges-de-Didonne, Royan et Saint-Palais.

Forages du Bas-Médoc : Pointe de Grave, Le Verdon, Soulac.

Résumé et conclusions.

RÉSUMÉ.

Couches de base, niveaux inférieur, moyen et supérieur; limite supérieure de l'Eocène inférieur.

Tableau de la composition de l'Eocène inférieur en Gironde.

Position des sables inférieurs dans le synclinal girondin.
A la fin de l'Eocène inférieur (fig. 4).
Position actuelle (fig. 4 et 4 *bis*).
Conclusion.

HISTORIQUE

Nos connaissances sur les « Sables inférieurs » de la Gironde sont dues à trois auteurs : Linder, Benoist et H. Douvillé.

Linder. — En 1867, Matheron se demandait encore quel était le substratum du *Calcaire de Blaye,* représentant en Gironde le Nummulitique. C'est en 1873 que Linder, faisant connaître les résultats des sondages du Verdon (f. 2), Saint-Estèphe (f. 8, Ch. Montrose), Moulis (f. 17, Ch. Mauvezin), Bruges (f. 32, La Grave), Le Vigean (f. 33), Bommes (f. 49, Ch. Vigneau), caractérisa de la manière suivante une nouvelle formation sableuse, découverte sous le *Calcaire de Blaye.*

« Au-dessous, toute apparence de roche calcaire disparaît et les assises ne se composent plus que de sables plus ou moins argileux entremêlés de quelques bancs de menus graviers. Quelques assises sont caractérisées par des grains verts de silicate de fer qu'on y trouve en certaine abondance. »

L'intérêt des relevés de sondage de Linder réside également dans la faune de Foraminifères dont il donne les déterminations avec des réserves :

N. perforata d'Orb.
N. Lucasana Def.
N. planulata Lmk.
N. biarritzensis ? d'Arch.
N. scabra ? Lmk.
N. mamillata d'Arch.
N. granulosa d'Arch.
N. spira de Roissy.

Ces déterminations, acceptées d'abord par Benoist, vont servir de fondement aux travaux postérieurs de cet auteur.

Vasseur, en 1881, commentant les résultats obtenus par Linder, précise la position des *Sables inférieurs :* ils représentent, au-dessous du *Calcaire de Blaye,* l'Eocène inférieur.

Dans les sondages du Château Vigneau, l'auteur pense qu'à la base, les couches de gravier (1 mètre), de marnes (3 m. 75) et de silex roulés (5 mètres) constituent « probablement la base des terrains tertiaires » [311, p. 399]. Relativement aux Foraminifères cités, il écrit :

« Nous pensons que les déterminations de ces espèces auraient besoin d'être révisées. »

Benoist est l'auteur qui a le plus fait pour la connaissance des *Sables inférieurs.* Encore aujourd'hui ses notes de 1882 à 1889 constituent une source abondante de faits. Nous les examinerons en étudiant la formation dans les différentes régions de la Gironde. Nous nous bornerons ici à présenter les interprétations et les conceptions de cet auteur touchant les Foraminifères et la position des *Sables inférieurs.*

Dans sa note de 1887 sur le *N. planulata* des forages du Parc Bordelais et de Blaye, il rapporte cette espèce à *N. planulata* Lmk. var. *incrassata* La Harpe et sa compagne mégasphérique à *N. elegans* Sow.

« La seule différence que l'on puisse observer, dit-il, c'est que les stries de ces espèces admettent dans leurs intervalles de nombreux tubercules semblables à ceux que l'on observe sur le *N. lævigata* var. *scabra.* »

Cette différence lui semble l'année suivante assez importante pour faire, du couple de la Gironde, deux espèces nouvelles : *aquitanica* et *girondica.* « Ces deux espèces, ajoute-t-il, ont été successivement désignées dans divers travaux, par les auteurs, sous les noms de *N. planulata* La Harpe, *N. elegans* La Harpe, *N. lævigata* Benoist et *N. Lamarcki* Benoist » (Note du 16 mai 1888).

Mais, de mai à octobre 1888, Benoist se livre à une étude méthodique des Foraminifères du SO. Il présente les résultats de ses recherches dans son importante note de 15 octobre 1888 sur « *les Nummulites et les Assilines du Sud-Ouest de la France* ».

Le couple de la Gironde devient :

N. lævigata Brug. *in* d'Arch., p. 103, pl. IV, fig. 1-7, var. *aquitanica* Benoist, pl. I, fig. 1 et 2; pl. II, fig. 6-7.

N. Lamarcki d'Arch., p. 109, pl. IV, fig. 14-16, var. *girondica* Benoist, pl. II, fig. 1 et 5.

La première espèce « se rapproche de *N. planulata* par sa forme aplatie, ses filets cloisonnaires et la forme souvent allongée de ses chambres, mais en diffère par sa surface granulée et ses filets anastomosés » [43, p. 14].

Au sujet de la seconde espèce, il écrit : « Cette curieuse variété du *N. Lamarcki* se rapproche de *N. elegans,* avec laquelle je l'avais pendant un certain temps identifiée, par sa spire intérieure et sa chambre centrale; elle en diffère par sa forme plus plane et ses granulations centrales » [43, p. 16].

La description de ces deux espèces montre que Benoist se fondait, pour ses déterminations, sur des caractères de morphologie externe, « surface granulée » et « filets anastomosés », et non sur l'organisation interne, « chambres » et « spire intérieure ».

Il était donc à prévoir que les classifications récentes, qui se fondent surtout sur les caractères internes, arriveraient à modifier les déterminations de Benoist et, comme conséquence, à remettre en

cause la stratigraphie de l'Eocène inférieur appuyée sur ces déterminations.

En effet, Benoist, en rapportant le couple de la Gironde à *N. lævigata-Lamarcki,* situe les *Sables à Nummulites* de la Gironde dans le Lutétien inférieur et en fait l'équivalent du Calcaire grossier inférieur.

Benoist cite *N. lævigata* var. *aquitanica* à Cussac (f. 14), Moulis (f. 17), Soussans (f. 18), Bordeaux (f. 34-44), Lestiac (f. 51), Portets (f. 50), dans les Basses-Pyrénées, à Bos d'Arros (côte du Piétat) et à Cahurt (Sainte-Marie-de-Gosse), et enfin dans la Haute-Garonne, à Fabas.

En dehors du couple précédent les Nummulites granuleuses des *Sables inférieurs* ont toutes été réunies par Benoist, comme par Linder, sous la désignation : *N. perforata-Lucasana.* Il donne la description de ce couple dans sa note du 20 avril 1887 : « ... La plus petite de 6 millimètres très commune... par sa forme renflée, sa surface fortement granulée pourvue de cordons radiés et la présence d'une chambre centrale, répond entièrement aux descriptions et aux figures que d'Archiac donne de *N. Lucasana...* Quant à la seconde, beaucoup plus forte, dont le diamètre n'est jamais inférieur à 10 millimètres, à bords arrondis, à filets cloisonnaires méandriformes, à spire entière et à surface perforée, elle est sans nul doute la *N. perforata* de d'Orb., compagne presque inévitable du *Lucasana...,* quelques exemplaires cependant... ont une surface plus plate que d'habitude. »

Dans son étude du 15 octobre 1888, il conserve les mêmes désignations. Il note cependant que les exemplaires de la Gironde sont généralement d'une taille plus petite que ceux des couches d'un niveau plus élevé de l'Adour. Il distingue ceux-ci par les désignations *N. perforata* var. *aturensis, N. Lucasana* var. *Rouaulti.*

Au point de vue stratigraphique, Benoist trouve dans le couple *N. perforata-Lucasana* une nouvelle raison de placer les *Sables inférieurs* dans le Lutétien inférieur. Cette opinion se trouve encore appuyée par le *N. biarritzensis* de Linder, qu'il rencontre dans toutes les couches du Lutétien de l'Adour.

Benoist modifie cependant partiellement les déterminations des Assilines de Linder; dans sa note du 20 avril 1887, il met en doute l'existence en Gironde d'*Ass. mamillata,* signalé par Linder dans le forage de Moulis : « Nous n'avons pu déterminer d'exemplaires pouvant s'y rapporter. Cependant, comme on a remarqué un certain exclusivisme entre les espèces d'un même groupe zoologique, et qu'alors, sur un point donné, on ne trouve jamais ou presque jamais qu'un seul couple d'Assilines, accompagné d'un couple de Nummulites, il serait très étonnant que le couple normal de *A. granulosa* et *Leymeriei* soit accompagné par une petite forme d'Assilines *(mamillata)* à l'exclusion de la grande *exponens,* sa compagne

ordinaire. Du reste, ce couple doit, dans le SO, caractériser un horizon plus récent. C'est un fait à vérifier sur les Nummulites de la Chalosse. »

Vérification faite, Benoist constate en effet que les deux couples *Ass. exponens-mamillata* et *Ass. granulosa-Leymeriei* ne se rencontrent jamais ensemble, mais qu'un troisième couple *Ass. spira-subspira* peut se trouver avec l'un ou l'autre des deux premiers.

Les résultats obtenus sur ce point par Benoist ont été confirmés par les découvertes postérieures.

Benoist a résumé les conclusions de ses études sur les Foraminifères dans une échelle des niveaux nummulitiques du SO [43, p. 20] rapportés aux zones établies par La Harpe :

4e zone : *Ass. exponens-mamillata.* 3e zone : *N. perforata-Lucasana* . . .	Gibret, Puyoo Peyrehorade Orthez Baigts Biarritz	*Calcaire de Blaye*
2e zone : *N. lævigata-Lamarcki* . . .	Bastennes Cahurt Bos d'Arros Gaujacq	*Grès et sables à Nummulites du Bordelais*

Ces trois zones correspondent, dans la pensée de Benoist, aux trois divisions du Lutétien du Bassin de Paris.

Dans la Gironde, Benoist n'aurait pas dû séparer les deux couples des deuxième et troisième zones. De même, dans la région de l'Adour, il ne pouvait ignorer que le couple *N. perforata-Lucasana* se trouvait toujours dans la quatrième zone. L'échelle de Benoist ne mentionne pas *N. biarritzensis* qui apparaît cependant, selon l'auteur, un peu avant *N. lævigata-Lamarcki* avec le couple *Ass. granulosa-Leymeriei,* lequel n'est pas non plus cité.

En conclusion, Benoist trompé par des déterminations inexactes et influencé par l'échelle de La Harpe, a établi une échelle de Foraminifères qui ne correspond pas aux descriptions des couches, ni aux relations stratigraphiques observées.

Position des Sables inférieurs d'après Benoist

Les opinions de Benoist ont subi sur ce point, de 1882 à 1889, de nombreuses variations.

Dans le *Tableau comparatif des terrains tertiaires...* daté du 1er août 1882, il considère comme équivalents : le *Calcaire grossier inférieur* du Bassin de Paris, le *Calcaire de Saint-Palais,* et les *Sables nummulitiques* de la Gironde.

Il résume son opinion de la manière suivante : « pendant la

période correspondant à la formation éocène inférieure du Bassin de Paris, le grand golfe aquitanien est resté entièrement émergé... » ... « Mais, au début de la période éocène moyenne, une immersion d'une grande partie du bassin a eu lieu. Les dépôts à Nummulites se sont faits, correspondant ainsi aux Sables du Soissonnais et au Calcaire grossier. » [34, p. 339.] En 1888, les idées de Benoist sont un peu différentes. Dans son *Tableau synchronique* tous les étages tertiaires sont représentés.

Le « Maudunien » (Montien et Thanétien) et le Sparnacien sont indiqués à la base du forage du Château Vigneau et tous les sables, inférieurs au calcaire à *Alveolina,* dans le forage de Blaye, sont rapportés à l'Yprésien.

Il est évident que le désir d'établir un synchronisme général et complet des assises tertiaires des deux bassins, a conduit l'auteur à forcer les interprétations.

La masse des *Sables à Nummulites* constitue la zone C de ses divisions du Lutétien [38, p. 8] et correspond au *Calcaire grossier inférieur* du Bassin de Paris. Cette zone est très étendue. Elle comprend de haut en bas, dans le forage du Parc Bordelais :

C. n° 12. — Couches inférieures à Brachiopodes du Calcaire de Blaye (de 225 mètres à 314 mètres).

C. n° 13. — Couches à *Alveolina elongata* et à Nummulites (de 314 mètres à 346 mètres).

C. n° 14. — « Sables quartzeux » à *N. lævigata* var. *aquitanica :* 31 m. 75.

C. n°s 15, 16, 17. — « Grès à *Orbitoides,* argileux, bleu » à *N. perforata, N. lævigata* var. *aquitanica, Ass. granulosa :* 68 m. 25.

C. n° 18. — Grès et argile bleue à *Ass. granulosa, N. biarritzensis, N. Guettardi, Operculina granulosa :* 59 m. 25.

La zone C, ou Lutétien inférieur de Benoist, a ainsi une puissance de 250 mètres et comprend des couches très hétérogènes comme facies et comme faune. L'écart est très grand entre les couches 12 et 13 à *Alveolina elongata* et la couche 18 qui ne contient que les Nummulites les plus inférieures de l'Eocène.

Il est visible que la stratigraphie des Sables inférieurs de Benoist résulte d'additions successives et d'interprétations faussées par l'ignorance où se trouvait l'auteur de la tectonique profonde du bassin et de la signification exacte des Nummulites.

C'est la partie caduque de l'œuvre de Benoist; mais il était nécessaire de la présenter ici, car elle constitue la seule synthèse générale qui ait été faite de l'Eocène inférieur de la Gironde.

C'est cette synthèse qu'Emm. Fallot présenta dans l'*Annuaire géologique universel (V) de 1889,* dans son important article sur « le Tertiaire » (p. 40). Il l'enseigna à la Faculté des Sciences de Bordeaux jusqu'en 1927.

Cependant, depuis 1901, H. Douvillé, par ses études sur les Nummulites et sur les terrains tertiaires du Sud-Ouest (Saint-Palais, le Bassin de l'Adour, le Béarn), se trouvait conduit à réviser les idées de Benoist.

H. Douvillé. — L'œuvre de H. Douvillé est trop connue pour qu'il soit nécessaire de l'exposer ici : nous la rencontrerons souvent au cours de nos discussions.

Nous retiendrons surtout en ce moment son importante Note de 1919, sur l'*Eocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées,* dans laquelle il révise les déterminations de Benoist. Nous ferons également état de l'étude de M. Abrard sur l'*Evolution des Nummulites* [8] et sur les Foraminifères de l'*Eocène de Royan* [7].

1. *N. aquitanicus* Benoist [170, pl. IV, fig. 13; pl. V, fig. 1, 2, 3, 4, Parc Bordelais 396 mètres à 446 mètres; pl. V, fig. 4 à 8, Gan].
N. girondicus Benoist [170, pl. IV, fig. 14; pl. V, fig. 9 à 20, Parc Bordelais 396 mètres à 446 mètres].

H. Douvillé considère que ces deux espèces, par leur spire et par leurs loges, doivent être rapprochées du couple *N. planulatus-elegans.*

Mais leur spire plus serrée, leurs loges plus basses, les granules de leur surface et leur filets anastomosés, font « qu'il faut les considérer comme deux espèces distinctes ».

Il s'agit donc d'une forme intermédiaire entre *N. planulatus* et *N. lævigata,* mutation de la première espèce et prémutation de la seconde. Celle-ci doit être considérée comme le dernier terme de la série et le plus évolué.

En dehors de l'Eocène de la Gironde et de l'Eocène inférieur du Béarn, *N. aquitanicus* n'est pas connu avec certitude dans le SO.

Il convient de faire des réserves sur les gisements de Cahurt et de Fabas, signalés par Benoist, car le Lutétien inférieur des Landes renferme des formes granuleuses plates, qui présentent l'aspect extérieur de *N. aquitanicus* mais qui appartiennent, ainsi que nous le verrons, à d'autres groupes.

Pour éviter des rapprochements injustifiés, nous devons signaler ici que la citation que Mme de Cizancourt [108, p. 361] fait de cette espèce au Maroc ne nous paraît point fondée.

Dans la figure donnée par Mme de Cizancourt [108, pl. XVII, fig. 5] on trouve un nombre moitié moindre de tours que dans *N. aquitanicus,* avec des loges au moins deux fois plus hautes et des cloisons plus courbes. Loges, spire et cloisons rejettent l'espèce considérée, dans le groupe de *N. irregularis.* Ni la spire plus régulière, ni les granules, ni la moindre épaisseur de la lame spirale,

n'empêchent ce rapprochement, car *N. irregularis* est une espèce très polymorphe.

On est donc tenu de considérer que *N. aquitanicus* n'est connu d'une manière certaine dans l'ancienne Mésogée que dans l'Eocène du Béarn et de la Gironde. Dans le Béarn, H. Douvillé situe les couches qui renferment l'espèce dans le Cuisien.

Enfin, le couple *N. aquitanicus-girondicus* a été trouvé dans le Lutétien du Bassin anglais. MM. Abrard et Morellet [17] qui rapportent et commentent la découverte écrivent :

« L'association des couples *aquitanicus-girondicus* et *lævigatus-Lamarcki* paraît d'ailleurs être la règle dans le Lutétien d'Angleterre et y occuper un niveau stratigraphique constant ». En Gironde le type *N. aquitanicus* est plat et ne présente pas le « léger bombement central » comme dans le Bassin anglais; de plus, par sa spire et par ses cloisons, il reste plus proche de *N. planulatus* que de *N. lævigatus*.

L'espèce de l'Aquitaine paraît ainsi plus ancienne et moins évoluée que celle du Bassin Anglais.

Même si les deux formes de l'Aquitaine et du Bassin anglais étaient très proches il ne s'ensuivrait pas que les terrains qui les renferment soient contemporains.

Il est plus vraisemblable que *N. aquitanicus*, abandonnant le Bassin d'Aquitaine à la fin de l'Eocène inférieur, émigra dans le Bassin anglais où elle continua son évolution. Ainsi que nous le verrons, d'autres Foraminifères et de nombreuses espèces de Mollusques présentent le même comportement.

2. *N. planulatus* Lmk. [170, pl. IV, fig. 1 à 12].
N. subplanulatus Douvillé.

Bien que ce couple ait été souvent confondu avec le précédent, il existe cependant dans les Sables inférieurs. La rareté de ces deux formes serait due, d'après Benoist, au fait que les couches qui les renferment n'ont pas été atteintes dans les sondages. Mais les nouveaux forages, qui ont traversé en plusieurs points la totalité de l'Eocène inférieur, montrent que ce couple est effectivement rare dans le Bassin de la Gironde. *N. planulatus* est connu depuis longtemps dans le conglomérat de base du *Calcaire de Saint-Palais*. L'espèce a été encore signalée par Welsch et M. Abrard à Vallières, Meschers, le Cailleau, Saint-Thomas-de-Conac, c'est-à-dire sur tous les points de la bordure nord où des lambeaux de l'Eocène inférieur sont conservés.

Il faut citer également l'espèce, d'après Benoist, à Barbotan (Gers) sous 45 mètres de terrains de revêtement et à une altitude absolue de 60 mètres. On peut tenir pour exacte la détermination de

Benoist car, en 1888, date de la publication de la découverte, cet auteur avait déjà séparé *N. aquitanicus* de *N. planulatus*.

Dans les forages, H. Douvillé identifie l'espèce dans la partie inférieure des couches du Parc et de Cussac (217 mètres). Le même auteur la signale enfin dans les couches de Gan attribuées au Thanétien, au Sparnacien et au Cuisien.

3. *N. atacicus Leymeriei* [170, pl. III, fig. 1, 6]; [156, pl. III, fig. 20 à 28, pl. IV, fig. 1 et 2].
N. subatacicus Douvillé [170, pl. IV, fig. 6 à 10].
N. globulus Leymeriei [170, pl. I, fig. 12 à 17]; [156, pl. V, fig. 1 à 7].
N. Guettardi d'Archiac [170, pl. I, Parc 6 à 8, 400 mètres, fig. 1 à 8]; [156, pl. V, fig. 9 à 12].

Il ne s'agit pas, dans cette discussion, de la grande forme *N. atacicus*, qui est assez rare dans l'Eocène inférieur de la Gironde, mais de sa compagne mégasphérique *N. subatacicus* et du couple *N. globulus-Guettardi*.

Ces petites Nummulites radiées, dont la taille moyenne est de 3 à 4 millimètres, sont très voisines, quant à leur aspect extérieur. Elles ont été réunies par Benoist en une seule espèce *N. Guettardi* considérée comme forme mégasphérique de *N. biarritzensis*.

Aussi, lorsque Benoist cite *N. Guettardi* dans les couches de la Gironde, on peut se trouver en présence de *N. subatacicus*, de *N. globulus* ou du vrai *N. Guettardi* d'Archiac, de Ficheur *in* Depéret, de Miquel *in* Doncieux et de H. Douvillé.

Quant à *N. biarritzensis* ou *N. biarritziania* de Benoist, Jacquot et Raulin, H. Douvillé [170, p. 33] a montré que cette désignation « ne pouvait pas être conservée et devait être remplacée par celle de *atacicus* » de Leymerie, Boussac et Doncieux.

Les deux couples, *N. atacicus-subatacicus* et *N. globulus-Guettardi*, ont une faible valeur stratigraphique. Le premier, très commun dans l'Eocène inférieur du Béarn, passe dans le Lutétien inférieur des Landes où il persiste, en devenant plus rare, jusqu'au Lutétien supérieur.

Le second est également une forme ancienne; il possède sensiblement la même distribution verticale. M. Abrard le cite avec *N. planulatus* dans le conglomérat de base de Saint-Palais.

4. *N. Lucasi* d'Archiac A et B [170, pl. I, Parc à 400 et 420 mètres, fig. 18 à 23, 32, 34, Gan fig. 28, 35, 36].
N. granifer Douvillé A et B [170, pl. I, Ch. Mauvezin 118-123 mètres, fig. 39, Parc 428-446 mètres, fig. 40-41; pl. II, Gan fig. 7 et 8, Bos d'Arros, fig. 5 et 6].
N. uroniensis Heim A et B.

Les Nummulites granuleuses des couches inférieures de la Gironde, que LINDER et BENOIST rapportent à un seul couple, *N. perforata-Lucasana,* doivent, d'après H. DOUVILLÉ, être ramenées aux deux premiers couples.

Les *N. perforatus* de BENOIST « représentent les formes B microsphériques de *N. Lucasi* » (p. 33), ou bien encore la forme granuleuse de *N. atacicus, N. granifer* B. Nous verrons qu'il faudra y joindre *N. uroniensis* B.

Les *N. Lucasana* de BENOIST doivent par suite se rapporter aux formes A de *N. Lucasi, N. granifer* et *N. uroniensis,* sans qu'il soit possible de savoir à quel moment il faut retenir l'une de ces trois espèces. Les deux premières sont citées par H. DOUVILLÉ dans toutes les couches de Gan. Ce sont donc des formes anciennes. *N. Lucasi* D'ARCHIAC est, d'après BOUSSAC, parmi les Nummulites granuleuses, celle qui possède « les caractères les plus primitifs ». H. DOUVILLÉ considère l'espèce comme un *N. globulus* granuleux et, au point de vue de la morphologie externe, comme un *N. granifer* de taille réduite. Mais il faut ajouter que, par sa section, avec sa grande loge centrale et sa spire lâche à chambres peu nombreuses, *N. Lucasi* se distingue nettement des deux espèces précédentes.

N. Lucasi se rencontre en de nombreux points du Lutétien des Landes et particulièrement dans les couches qu'on peut attribuer au Lutétien inférieur.

Dans le forage du Parc les échantillons décrits par H. DOUVILLÉ proviennent des couches moyennes des *Sables inférieurs* (n° 15 et 16).

Le *N. granifer* de H. DOUVILLÉ est considéré par l'auteur comme un *N. atacicus* granuleux. Pour M. ABRARD ce sont deux formes parallèles, l'une à piliers, l'autre sans piliers, dérivées de *N. planulatus.* Au fond ces interprétations sont très voisines.

N. granifer se distingue de *N. Lucasi* par sa taille plus forte, ses filets moins raides et ses granules disposés moins régulièrement et commençant à se montrer entre les filets.

L'espèce, citée dans les trois étages de l'Eocène inférieur de Gan, est représentée, d'après H. DOUVILLÉ, dans le niveau supérieur des Sables de Moulis et le niveau moyen (c. 17) du Parc. *N. granifer* n'est connu, d'une manière certaine, que dans les couches de l'Eocène de Gan et de la Gironde. H. DOUVILLÉ ne mentionne l'espèce qu'une fois dans le Lutétien des Landes, dans la couche de base de cet étage à Urcuit. Il est plus probable qu'il s'agit de *N. uroniensis.*

Rien n'a été écrit sur *N. uroniensis* HEIM des couches éocènes de la Gironde. Il est certain cependant que dans les niveaux supérieurs des Sables et les niveaux inférieurs du Calcaire de Blaye des individus de cette espèce ont été confondus par BENOIST avec son *N. perforatus.*

La ressemblance avec cette dernière espèce est telle qu'on a pu se demander s'il y avait véritablement deux espèces distinctes. M. Abrard résume la position de la question de la manière suivante : « A. Heim a décrit et très bien figuré *N. uroniensis* comme espèce spéciale; M. H. Douvillé a partagé cette opinion et placé cette forme à un niveau inférieur à celui qu'occupe en général *N. perforatus* typique. Boussac réunit les deux formes; plus tard j'ai considéré *N. uroniensis* comme une prémutation de *N. perforatus,* occupant, en conformité des vues de M. H. Douvillé, un niveau stratigraphiquement inférieur. » [8, p. 167.]

Cette espèce ne se rencontre pas dans l'Eocène de Gan, mais H. Douvillé la cite dans des couches, attribuées au Lutétien inférieur, à Biron près d'Orthez (forme A 5 millimètres, forme B 18 millimètres). Les granules, également répartis sur et entre les filets, situent l'espèce à égale distance de *N. granifer* et de *N. perforatus :* il est difficile de distinguer certains échantillons de l'une ou l'autre de ces deux espèces.

Quant au *N. perforatus* var. *aturensis* de Benoist, il représente seul le véritable *N. perforatus.* Cette dernière désignation, après avoir été adoptée, rejetée et reprise, est en définitive abandonnée par H. Douvillé pour celle de *N. aturicus.* « Il faut donc prendre le nom d'*aturicus* Leymerie dont le type provient d'un gisement bien connu (Fontaine de la Médaille) où il est extrêmement abondant et associé à sa compagne mégasphérique *N. Rouaulti.* » [173, p. 380. Note.]

Le *N. aturicus* vrai du niveau de Montfort est accompagné par le couple *Assilina exponens-mamillata* ainsi que l'avait remarqué Benoist.

5. *Assilina granulosa* d'Archiac [170, pl. V, Parc Bordelais 368 m., 412 m., 472 m., 484 m., fig. 27, 28, 29].
Assilina Leymeriei d'Archiac [170, pl. V, fig. 30 à 35].

H. Douvillé confirme sur ce point les déterminations de Benoist. Le couple *Ass. granulosa-Leymeriei,* le seul qu'il reconnaisse dans les *Sables inférieurs,* se distingue toujours des autres couples, et en particulier d'*Ass. mamillata,* lequel a des cloisons droites, par ses cloisons « qui sont toujours un peu infléchies en arrière ». *Ass. granulosa* est très abondant dans toutes les couches de Gan et dans tous les niveaux des *Sables inférieurs* de la Gironde. Les individus de la Gironde sont plus fortement granuleux que ceux de Gan, dont certains, ainsi qu'à Bos d'Arros, arrivent à être entièrement lisses.

Benoist cite *Ass. granulosa* à Orthez (le Pressoir) et à Sainte-Marie-de-Gosse (Cahurt). H. Douvillé, dans sa note de 1905 [162], signale également l'espèce à Saint-Barthélemy (base) et à Sainte-Marie-de-Gosse, dans des couches rapportées au Lutétien inférieur.

M. Doncieux décrit l'espèce dans le Lutétien inférieur de l'Aude et de l'Hérault.

En résumé, *Ass. granulosa,* d'après ces auteurs, dans le Bassin d'Aquitaine, se rencontre très commun dans tout l'Eocène inférieur et persiste, plus rare, dans le Lutétien inférieur où il coexiste avec le couple qui le remplacera, *Ass. spira-subspira.* Enfin il est intéressant de relever qu'*Ass. granulosa* a été rencontré en grande abondance, en 1878, par Degrange-Touzin, dans le Massif du Mont Perdu de 2.250 à 3.000 mètres. « Dans les échantillons on peut reconnaître aisément le *N. Leymeriei* d'Arch., qui est si abondant que les individus se touchent pour ainsi dire tous et peut être aussi le *N. globulus* Ley. ».

Cette revue rapide des résultats obtenus par différents auteurs montre que les déterminations et la répartition des Foraminifères par Linder et Benoist ont subi de profondes modifications. Le tableau suivant résume ces changements.

1 : d'après H. Douvillé	2 : d'après les anciens auteurs
N. aquitanicus Benoist	*N. planulata* de Linder, *N. lævigata* de Benoist. *N. planulata* var. *incrassata* de Benoist.
N. girondicus Benoist	*N. aquitanica girondica* de Benoist. *N. lævigata* var. *aquitanica-Lamarcki* var. *girondica* de Benoist.
N. planulata Lamarck . . . . . . *N. subplanulata* Douvillé . .	*N. planulata* (de Barbotan et de Saint-Palais) de Benoist.
N. atacicus Leymerie	*N. biarritzensis* de Linder et de Benoist. *N. biarritzana* de Jacquot et de Raulin.
N. subatacicus Leymerie . . . *N. globulus* Leymerie . . . . . *N. Guettardi* d'Archiac	*N. Guettardi pars* de Benoist, Jacquot et Raulin. *N. Guettardi pars* de Benoist, Jacquot et Raulin. *N. Guettardi pars* de Benoist, Jacquot et Raulin.
N. Lucasi A d'Archiac	*N. Lucasana pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.

N. Lucasi B d'Archiac	*N. perforata pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.
N. granifer A Douvillé	*N. Lucasana pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.
N. granifer B Douvillé	*N. perforata pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.
N. uroniensis A Heim	*N. Lucasana pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.
N. uroniensis B Heim	*N. perforata pars* de Linder, Benoist, Fallot, Jacquot et Raulin.
N. aturicus Leymerie	*N. perforata* var. *aturicus* de Benoist.
N. Rouaulti Leymerie	*N. Lucasana* var. *Rouaulti* de Benoist.
Ass. granulosa d'Archiac . . .	*Ass. granulosa* de Linder et de Benoist.
Ass. Leymeriei d'Archiac . . .	*Ass. Leymeriei.* *Ass. mamillata pars* de Linder.
Ass. spira de Roissy	*Ass. spira* de Linder.

La réduction des espèces de la colonne 2 aux espèces de la colonne 1 a pour résultat de changer la signification stratigraphique de l'association des Foraminifères des Sables inférieurs *de la Gironde.*

L'association de la colonne 2 avait conduit Linder, Vasseur *et* Benoist *à placer les* Sables *dans le Lutétien inférieur. La nouvelle association reproduit de très près celle qui a été décrite par* H. Douvillé *dans l'Eocène inférieur du Béarn. Les* Sables inférieurs *seraient ainsi un équivalent exact des argiles de Gan et représenteraient en Gironde l'Eocène inférieur, du Thanétien inclus au Cuisien compris. Telle est la nouvelle conception qui s'oppose aux conclusions de* Benoist *et que nous allons avoir à examiner dans notre étude.*

DESCRIPTION DES SABLES INFÉRIEURS

LIMITE INFÉRIEURE DES TERRAINS TERTIAIRES

Forage du Château Vigneau, à Bommes (f. 49)

Le forage le plus ancien qui ait atteint et traversé une partie du Crétacé dans le Bassin de la Gironde est celui du Château Vigneau, à l'extrémité orientale de l'anticlinal crétacé de Villagrains-Landiras.

Le Crétacé indiscutable a été atteint à la profondeur de — 120 m. 50. Au-dessus vient une formation de 23 m. 70 dont Benoist [38] donne la description suivante :

« Ce calcaire tantôt compact et dur, sans fossiles distincts, tantôt crayeux et tendre, un peu grossier et plus ou moins grenu..., alterne vers sa base, avec plusieurs lits d'argile noire pyriteuse et lignitifère, et un petit banc de calcaire mollasse, gris verdâtre, sans fossiles. » On pourrait, d'après Benoist, synchroniser ce calcaire avec le « Calcaire de Mons » et les « Marnes de Meudon ».

Il serait hasardeux d'adopter cette interprétation sur les seules données de ce forage, car on ne connaît point en Gironde les derniers termes du Crétacé. Les assises que l'on peut observer à Royan, à Villagrains et à Landiras appartiennent au Maëstrichtien. Dans les anticlinaux du Sud, de Roquefort et d'Audignon, les couches les plus récentes sont du Danien, représenté par un Calcaire compact saccharoïde passant au marbre et plus ou moins dolomitisé. Il faut arriver à l'anticlinal de Tercis et à la zone sous-pyrénéenne pour rencontrer les calcaires attribués au Montien.

Les couches du Château Vigneau pourraient tout au plus représenter le Danien. Elles constitueraient un facies de bordure d'une mer en régression et le dernier terme du Crétacé en Gironde.

H. Douvillé incline vers cette interprétation : « Il n'est pas impossible, dit-il, qu'elles soient l'équivalent des couches daniennes à petites Nummulites. »

Au Château Vigneau on remarque que ces couches calcaires n'ont point les caractères des facies qui commencent un cycle

de sédimentation. Les dépôts qui les surmontent, constitués par un épais conglomérat de cailloux roulés de silex, les possèdent au contraire d'une manière très nette.

A — 96 m. 80, la première couche tertiaire est constituée par un complexe d'assises variées ayant 9 m. 80 d'épaisseur. Benoist en donne la description suivante [38, p. 6] : « La sonde a rencontré un conglomérat formé par des cailloux roulés de silex pyromaque. A ce conglomérat a succédé une argile marneuse noirâtre avec lignite, succin et dents de squales, passant à une marne grise sableuse et argileuse noire avec lignite, se terminant supérieurement par un banc de gravier quartzeux de peu d'importance. » Le conglomérat a 5 mètres d'épaisseur et les couches suivantes 4 m. 80.

Ces assises sont surmontées par les *Sables inférieurs* à Nummulites et Assilines qui constituent la masse principale de l'Eocène inférieur et dont la puissance est en ce point de 41 mètres, de — 87 mètres à — 46 mètres.

La limite inférieure du Tertiaire serait ainsi à Château Vigneau à — 96 m. 80.

Forages de Lamarque (f. 15), *Pauillac* (f. 10), *Saint-Yzans* (f. 7)

1° A *Lamarque*, on trouve, à la profondeur de — 150 m. 70, un calcaire sableux de 5 m. 40 suivi d'un calcaire compact blanc grisâtre, épais de 15 m. 88 (couches n°s 65 et 66).

Au-dessus sont des argiles sableuses panachées, allant du rose au rouge lie de vin, avec des veines verdâtres. Ce sont les couches 61, 62, 63, 64; leur épaisseur est de 7 m. 40. Elles sont surmontées par les sables à Nummulites, qui ont en ce point une puissance de 106 m. 50, de — 143 mètres à — 36 m. 50.

2° A *Saint-Yzans* (f. 7), le calcaire compact, indiscutablement crétacé, est atteint à — 225 m. 60.

Au-dessus, on trouve d'abord 4 m. 70 de calcaire tendre et de sable argileux gris, puis 9 m. 30 d'un calcaire blanc, crayeux, tendre. Ces couches, qui ont ensemble 14 mètres, sont surmontées de — 211 m. 60 à — 204 mètres, par les assises suivantes :

34. Sable grossier, pyrite	1 m. 25
35-36. Calcaire tendre et sable grossier	2 m. 15
37. Argile jaune panachée	2 m. 55
38. Argile bleuâtre et graviers	1 m. 65

Au-dessus, du n° 33 au n° 15, de — 204 mètres à — 86 m. 45, se superposent les assises des *Sables inférieurs;* leur épaisseur est de 117 m. 55, ou de 125 m. 15 avec les couches de base (n° 34 à 38).

3° A *Pauillac* (f. 10), le Crétacé compact est rencontré à la profondeur de — 300 m. 15. On trouve au-dessus la succession suivante :

30. Argiles bigarrées . . . . . 15 m. 53
Les couches 31 et 32 font encore partie du Crétacé.
31. Calcaire tendre crayeux . . . . . 10 m. 53
32. Argile jaunâtre . . . . . 2 m. 32

Les *Sables inférieurs,* du n° 29 au n° 18, ont une épaisseur de 175 m. 18 (de — 271 m. 77 à — 96 m. 59) ou, avec la couche de base (n° 30), 190 m. 71.

Conclusion. — Dans les trois forages 7, 10, 15 la succession des couches, au-dessus du Crétacé, reproduit celle du Château Vigneau.

On trouve d'abord partout une couche calcaire assez épaisse séparée du Crétacé franc par une mince assise détritique. Ensemble ces deux assises ont 23 m. 70 au Château Vigneau, 15 m. 88 à Lamarque, 14 mètres à Saint-Yzans et 12 m. 85 à Pauillac.

Quelle est la signification de ce niveau ?

On pourrait, avec Douvillé, le rapporter au Danien. Après le Maëstrichtien la mer, s'éloignant de la bordure nord du Bassin d'Aquitaine et se retirant vers la fosse aturienne, aurait pu, dans son recul, laisser des dépôts dans la région de la Gironde.

Cette interprétation est discutable car rien, jusqu'à ce jour, n'a permis de rapporter au Danien la partie supérieure du Crétacé de l'anticlinal de Villagrains-Landiras.

Il reste que le niveau en discussion pourrait représenter la partie supérieure du Maëstrichtien dans laquelle se manifesteraient des influences littorales. Nous nous en tiendrons à cette interprétation.

Au-dessus, vient un complexe de couches détritiques dont l'épaisseur est, dans le même ordre, de 9 m. 80, 7 m. 40, 7 m. 60, 15 m. 53.

A Lamarque, le lavage de l'argile donne un sable fin analogue à celui des sables verts glauconieux et quelques très petites Nummulites.

Nous ferons donc débuter les terrains tertiaires avec le complexe détritique qui se rencontre sous les Sables inférieurs *dans les forages qui ont atteint le Crétacé, et nous donnerons*

à ce complexe le nom de couche de base *des terrains tertiaires.*

En ajoutant aux forages précédents les deux forages profonds du Verdon (f. 1) et de Pauillac (f. 9), la base des terrains tertiaires se trouve donc aux profondeurs suivantes :

Le Verdon (f. 1)	— 72 m. 40
Saint-Yzans (f. 7)	— 211 m. 60
Pauillac (f. 10)	— 287 m. 30
Pauillac (f. 9)	— 314 m.
Lamarque (f. 15)	— 150 m. 40
Château Vigneau (f. 49)	— 96 m. 80

LES SABLES INFÉRIEURS DANS LES FORAGES PROFONDS DU CENTRE DU BASSIN

Partie nord : forages de Lamarque a Saint-Yzans

Forage de Lamarque (f. 15). Altitude : 6 mètres

Ce forage est le plus intéressant pour l'étude des *Sables inférieurs*, car c'est celui qui a livré la faune la plus abondante et située à des niveaux bien définis. Le relevé des échantillons fut opéré au moment du creusement, en 1875, avec le plus grand soin par Got, pharmacien de la localité. Ce sont ces échantillons, conservés dans des bocaux cachetés, que nous avons pu analyser en détail.

Afin d'éviter la répétition des noms d'espèces nous adopterons les abréviations suivantes :

N. uroniensis A et B = 1^a, 1^b.
N. aquitanicus A et B = 2^a, 2^b.
N. planulatus A et B = 3^a, 3^b.
N. globulus A et B = 4^a, 4^b.
N. atacicus A et B = 5^a, 5^b.
N. Lucasi A et B = 6^a, 6^b.
Alveolina oblonga = 7.
Assilina granulosa-Ley. = 8.
Orthophragmina Archiaci = 9.
Orthophragmina scalaris = 10.

Succession des couches, de haut en bas :

Niveau supérieur :	Épaisseur	A partir de 42 m. 50 Profondeur
19. Sable grossier, gravier, galets, débris de roche gréseuse et d'Echin., 1^a, 1^b, 2^a, 2^b..	0 m. 80	43 m. 30
20. Sable fin quartzeux, verdâtre, 2^a, 2^b	0 m. 55	43 m. 85
21. Grès grossier à gros grains de quartz	2 m. 35	46 m. 20
22. Grès fin verdâtre dur, à grains de quartz .	0 m. 50	46 m. 70
23. Sable gris fin, bleuâtre, grains de quartz ..	4 m. 94	51 m. 64
24. Grès dur verdâtre	0 m. 40	52 m. 04

25. Sable fin gris, mica, grains de quartz	2 m. 76	54 m. 80
26. Grès verdâtre fin, micacé, devenu alvéolaire par résorption des Nummulites	1 m. 29	56 m. 09
27. Sable fin, gris blanc, à quartz hyalin, mica blanc	7 m. 80	63 m. 89
28. Banc de grès rougeâtre, très dur	0 m. 10	63 m. 99
Niveau moyen :		
29. Sable gris bleuâtre fin, micacé avec des bancs plus grossiers à la base	8 m. 46	72 m. 45
30. Sable ligniteux, noirâtre	0 m. 50	72 m. 95
31. Sable gris, très fin, micacé	1 m. 63	74 m. 58
32. Grès verdâtre fin, à grains de quartz et petites Nummulites	0 m. 51	75 m. 09
33. Sable vert, très fin, micacé	8 m. 99	84 m. 08
34. Grès très dur, verdâtre, à nombreuses sections de Nummulites, glauconie, 4^a, 4^b .	0 m. 42	84 m. 50
35. Sable argileux, gris bleuâtre, 3^b, 4^a, 4^b, 8, 9, 10	2 m. 35	86 m. 85
36. Sable fin micacé, 4^a, 4^b, 7, 9, 10	8 m. 50	95 m. 35
37. Sable argileux jaunâtre et rognons de grès vert à Nummulites décalcifiées, 4^a, 4^b, 9, 10	8 m. 65	104 m.
Niveau inférieur :		
38. Argile sableuse fine, verdâtre, 4^a, 4^b, 8	3 m.	107 m.
39. Argile sableuse, très fine, micacée, rougeâtre	1 m. 98	108 m. 98
40. Argile sableuse, jaune verdâtre, fine, à faune très riche, 4^a, 4^b, 8, 9, 10	6 m. 72	115 m. 70
41. Argile sableuse fine, faune de 40	0 m. 55	116 m. 25
42. Grès calcaire, blanc verdâtre, très dur, 4^a, 4^b, 5^a, 5^b, 7, 8	0 m. 35	116 m. 60
43. Argile sableuse, glauconieuse, verdâtre, 4^a, 4^b, 8, 9, 10	1 m. 60	118 m. 20
44. Argile sableuse très fine, grès brun, 4^a, 4^b, 8, 9, 10	5 m. 88	124 m. 08
45. Argile sableuse glauconieuse, vert clair, 4^a, 4^b, 5^a, 8	6 m. 27	130 m. 35
46. Grès vert fin, glauconieux, 3^a, 3^b, 4^a, 4^b, 7..	0 m. 95	131 m. 30
47. Grès verdâtre très dur, 3^a, 3^b, 4^a, 4^b, 7	0 m. 40	131 m. 70
48. Argile sableuse verdâtre, 4^a, 4^b, 6^a, 6^b, 7, 8, 9, 10	1 m. 78	133 m. 48
49. Argile sableuse brune, verdâtre	0 m. 15	133 m. 63
50. Grès verdâtre fin, très dur	0 m. 25	133 m. 88
51-52. Argile sableuse très glauconieuse, très fine	2 m. 97	136 m. 85
53. Sable brun, rougeâtre, fin	0 m. 22	137 m. 07
54. Sable argileux gris brun, à grains de quartz	3 m. 13	140 m. 20

55. Grès calcarifère à gros grains de quartz ..	0 m. 30	140 m. 50
56. Sable argileux vert, très glauconieux, 4^a, 4^b, 8, 9, 10	2 m. 15	142 m. 65
57. Grès calcaire à Alvéolines décalcifiées	0 m. 25	142 m. 90
58. Sable fin de quartz hyalin, 4^a, 4^b, 8, 9, 10 .	0 m. 70	143 m. 60
59. Sable brun rougeâtre, argileux, à grains de quartz, 4^a, 4^b	2 m. 60	146 m. 20
60. Sable très fin, rosé, argileux	2 m. 80	149 m.
Couche de base :		
61. Argile sableuse, micacée, rougeâtre, à lits verdâtres	2 m. 60	151 m. 60
62. Argile rouge lie de vin, brune	1 m. 10	152 m. 70
63. Argile sableuse rouge	0 m. 40	153 m. 10
64. Argile rouge, brune, sableuse (1 petite Nummulite)	3 m. 30	156 m. 40

Epaisseur totale : 113 m. 90.

Commentaire. — Au point de vue lithologique on observe une succession de couches détritiques composées d'éléments de plus en plus grossiers de bas en haut. On peut distinguer trois groupes de couches.

Le *niveau inférieur* (du n° 60 au n° 38 inclus) est caractérisé par des argiles sableuses glauconieuses et des sables verts argileux très fins. Il renferme la faune de Foraminifères de l'Eocène inférieur de Gan : *N. planulatus* (rare), *N. atacicus* (rare), *N. globulus* (très abondant), *N. Lucasi* (rare), *Ass. granulosa-Leymeriei* (forme A très commune, forme B plus rare), *Orthophragmina Archiaci* et *O. scalaris* (communs).

Ces espèces ne présentent pas un ordre de succession. On peut signaler cependant l'apparition, dès la base, de *N. globulus* et la localisation dans les bancs de calcaire gréseux de l'association *N. atacicus, N. planulatus, Alveolina oblonga* (de 116 m. 25 à 133 m. 48).

Le *niveau moyen* (de la couche 37 à la couche 29 incluse) est caractérisé d'une manière moins nette. Dans ces couches, qui ont ensemble 40 mètres d'épaisseur, dominent les sables argileux micacés gris ou verts avec des intercalations de grès verts.

La faune de Foraminifères est moins abondante. Elle reparaît cependant dans les niveaux argileux. C'est le cas pour le n° 35 qui renferme encore : *N. planulatus, N. globulus, Ass. granulosa, Orth. Archiaci, Orth. scalaris.* Les couches qui sont au-dessus paraissent ne renfermer que *N. globulus.* Mais, comme elles ont été le siège d'une décalcification très avancée,

il est difficile de se prononcer sur la composition de leur faune originelle.

Au point de vue faunique il est impossible de séparer le niveau moyen du niveau inférieur.

Le *niveau supérieur* (couches de 19 à 28) est formé d'assises détritiques plus grossières : l'élément argileux a presque complètement disparu et les sables gris à grains de quartz constituent le facies dominant.

La couche 19, avec ses graviers et ses galets, appartient en partie à la couche transgressive de base de la formation suivante. Mais elle emprunte ses sables gris et ses éléments fauniques aux assises supérieures de la formation sableuse.

N. aquitanicus et *N. girondicus* roulés et *N. globulus* ont été rencontrés dans les couches 20 et 19. Dans cette dernière nous avons trouvé en outre *N. uroniensis* (Détermination de H. Douvillé), dont deux exemplaires de la forme B, typiques et de bonne conservation. Il y a en outre de grands exemplaires d'un *Rotalia* granuleux.

Ce niveau supérieur se distingue des deux précédents par sa faune et son facies.

Tels sont les renseignements fournis par cet important forage; l'étude des forages voisins permet de les contrôler en partie.

Forages de Cussac, Moulis, Blaye, Soussans, Margaux

Le plus profond est celui de Cussac (f. 14). Les *Sables inférieurs* y ont été traversés sur 141 m. 24 de — 130 m. 86 à — 272 m. 10, sans que le Crétacé ait été atteint. Le forage a été arrêté dans la partie supérieure du *niveau inférieur*.

La puissance des *Sables inférieurs* serait donc ici au moins égale à celle que l'on observe à Pauillac (f. 10) où elle atteint, avec la couche de base, 190 m. 69.

Le Crétacé se trouverait à Cussac aux environs de — 320 mètres (profondeur du forage 290 mètres) au lieu de — 150 m. 40 à Lamarque.

A Moulis (f. 17), Linder signale 57 m. 50 de « Sables argileux et d'argiles sableuses pétries de petites Nummulites, avec des intercalations de Marnes et de Calcaires ».

Dans les forages de Moulis et de Cussac les dépôts, effectués plus loin des rivages orientaux, ont des éléments plus fins. En revenant

plus près de ces rivages, à Margaux et à Blaye, on retrouve les facies rencontrés à Lamarque.

Dans le forage 29, à Soussans, seul le sommet des couches du niveau supérieur, renfermant *N. aquitanicus* roulé et *O. cymbula*, a été traversé sur 6 m. 05 seulement.

A Margaux, au Château Palmer (f. 21), les couches traversées sur 33 m. 11 sont constituées par des sables et des grès renfermant *N. aquitanicus* et *Ostrea cymbula*. Dans le forage du Château Margaux (f. 20') ces mêmes couches, représentant le *niveau supérieur*, ont 29 m. 35 soit :

22.	Sable et grès	21 m. 58
23.	Sable grossier bleuâtre et lignite	3 m. 05
24.	Sable grossier verdâtre	4 m. 72

Au-dessous viennent les couches de composition variable du niveau moyen :

25.	Argile bleue compacte et rognons de grès	2 m. 45
26.	Calcaire bleuâtre et marne	2 m. 65
27.	Grès dur gris verdâtre	0 m. 62
28.	Sable gris	5 m. 09
29.	Sable bleuâtre et bancs de grès	7 m. 25
30.	Sable vert bleuâtre	6 m. 90
31.	Argile verdâtre et grès	7 m. 20

Le *niveau inférieur* n'a pas été atteint.

Dans un autre forage, au Château de Brown, les niveaux sont moins bien caractérisés. Les sables gris fins dominent sur une épaisseur de 38 m. 38; le forage s'arrête dans une couche de calcaire tendre sableux, blanchâtre, de 5 m. 35 d'épaisseur.

A Blaye, la série est plus complète. Benoist, dans son *Esquisse*, en donne une description assez précise.

« A la partie inférieure on trouve des couches qui consistent en une importante assise de sable quartzeux très fin, micacé, très argileux et entièrement coloré en vert par de la glauconie. On n'a observé encore aucun fossile dans cette assise que l'on a rencontrée dans les puits artésiens du Blayais où on a constaté qu'elle atteint près de 50 mètres d'épaisseur. Au-dessus de l'assise précédente et y passant probablement, repose un système assez mince de couches alternantes de grès et de sable quartzeux verdâtre ou rougeâtre. Cette assise arénacée est surtout caractérisée par la présence d'une espèce de Nummulites très abondante et qui n'est qu'une variété très plate du *N. planulata*, par des Orbitoïdes, une Alvéoline et une espèce de *Cerithium* à l'état d'empreintes dans les grès. » [38, p. 7.]

On reconnaît dans cette description le *niveau moyen* et le *niveau supérieur* de Lamarque. Dans ce dernier la Nummulite est *N. aquitanicus* et l'Alvéoline, ainsi que nous le verrons plus loin, *Alveolina elongata.*

La faune, qui semble peu riche et peu variée dans les deux niveaux de Blaye, est au contraire bien développée dans les facies moins littoraux de Moulis et de Cussac.

Linder et Benoist y distinguent de nombreuses espèces de Foraminifères : *N. perforata, Lucasana, Guettardi, biarritzensis, aquitanica, girondica, Assilina granulosa-Leymeriei, Orbitoides Fortisi.*

H. Douvillé, après correction des déterminations [170, p. 35], a ramené cette liste aux espèces suivantes :

N. Lucasi d'Arch. A et B, *N. globulus* Leym., *N. Guettardi* d'Arch., *N. aquitanicus* Benoist, *N. girondicus* Benoist, *Assilina granulosa* Leym. Il a distingué en outre : *N. granifer* Douvillé, à Moulis (118 et 124 mètres) et à Cussac (217 mètres), et *N. planulatus* à Cussac (217 mètres).

Enfin, H. Douvillé considère que les Nummulites granuleuses des couches de la partie supérieure du Château Mauvezin et de l'Ile Fumadelle doivent être rapportées à *N. uroniensis* Heim (Note inédite 1933).

Dans ces différents forages, les facies et les faunes sont les mêmes que dans le forage de Lamarque.

Les variations que l'on constate tiennent à la position des forages par rapport aux rivages et aux éléments tectoniques en voie de différenciation. En particulier on peut remarquer que la répartition des Nummulites dépend des facies et varie en des points très voisins.

Forage de Pauillac (f. 10, *Trompeloup, Port Autonome*)

		A partir de 100 m. 59
Succession des couches :	Épaisseur	Profondeur
18. Sable gris grossier	20 m. 61	121 m. 20
19. Argile sableuse grise en plaquettes	1 m. 90	123 m. 10
20. Sable grossier gris	17 m. 90	141 m.
21. Sable gris, argileux	34 m. 83	175 m. 83
22. Sable gris avec bancs d'argile	32 m. 42	208 m. 25
23. Sable argileux jaunâtre	1 m. 92	210 m. 17
24. Argile sableuse verdâtre	5 m. 01	215 m. 18
25. Argile sableuse fine en plaquettes	12 m. 20	227 m. 38
26. Argile bigarrée et plaquettes	7 m. 98	235 m. 36
27. Argile sableuse et plaquettes	20 m. 73	256 m. 09

28. Sable gris, rognons de grès	13 m. 87	269 m. 97
29. Grès dur en plaquettes	5 m. 81	275 m. 77
30. Argile bigarrée	15 m. 53	291 m. 30

Epaisseur totale : 190 m. 71.

Commentaire. — L'ensemble des dépôts montre une grande augmentation de puissance, soit 175 m. 15 au lieu de 106 m. 50 à Lamarque. Il présente cependant une même répartition et un même ordre de succession des couches.

Le *niveau inférieur* (de la couche 29 à la couche 23 incluse) a une puissance de 67 m. 52. L'élément argileux y joue un rôle prépondérant; mais l'argile agglomère généralement les sables en plaquettes gréseuses, ce qui n'était que l'exception dans le forage précédent. Dans un forage voisin, exécuté en 1933 pour la Société des Pétroles Jupiter, on voit le facies gréseux envahir toute la partie inférieure de la formation.

Le *niveau moyen,* d'une puissance de 67 m. 22, est constitué par une succession de sables gris plus ou moins argileux.

Le *niveau supérieur,* épais de 40 m. 41 (couches n°s 18, 19, 20), est caractérisé par des sables grossiers. Dans le même niveau du forage voisin, ces sables sont formés par des couches très hétérogènes. Ils sont seuls, ou accompagnés de bancs de gravier qui font pensér à un dépôt fluviatile. Il est certain que ces graviers se sont déposés sur une bordure littorale. *Les variations de la nature des dépôts, leur alternance et leur puissance totale prouvent que cette bordure littorale s'enfonçait en même temps que se produisait le comblement du bassin de telle sorte que les dépôts s'effectuaient sous une épaisseur d'eau qui variait dans de faibles limites.*

Au point de vue paléontologique, le forage de Pauillac ne fournit aucun renseignement. Les Foraminifères manquent, soit qu'ils n'aient point vécu sur cette bordure, soit que la décalcification des couches qui les renfermaient ait été totale.

Forage de Saint-Yzans (f. 7, *Château Loudenne*).
Altitude : 5 mètres

A partir de 91 m. 45

Succession des couches :	Épaisseur	Profondeur
15. Sable grossier, gravier, débris de grès	4 m. 25	95 m. 70
16. Sable grossier, blanc, grisâtre	10 m. 80	106 m. 50
17. Sable fin, argileux, verdâtre	1 m. 50	108 m.
18. Banc gréseux	1 m. 84	109 m. 84

19. Sable fin, micacé	1 m. 88	111 m. 72
20. Sable gris, maigre	7 m. 35	119 m. 07
21. Sable argileux, micacé, charbonneux	2 m. 75	121 m. 82
22. Sable fin	8 m.	129 m. 82
23. Sable gris, très fin	9 m. 50	139 m. 32
24. Sable argileux, gris fin	9 m. 50	148 m. 82
25. Sable gris, très fin	11 m. 30	159 m. 12
26. Sable gris, argileux	2 m. 20	161 m. 32
27. Sable gris, très fin	5 m. 10	166 m. 42
28. Sable argileux, verdâtre, plaquettes de grès.	4 m. 50	170 m. 92
29, 30 et 31. Sable vert, très fin, glauconieux	27 m.	197 m. 92
32. Grès dur verdâtre, très fin	1 m. 08	199 m.
33. Sable ligniteux noirâtre	10 m.	209 m.
34 à 38. Couche de base	7 m. 60	216 m. 60

Epaisseur totale : 125 m. 15.

Commentaire. — En se dirigeant de Pauillac vers la bordure crétacée, on voit la formation des *Sables inférieurs* diminuer d'épaisseur et passer de 190 m. 71 à Pauillac, à 125 m. 15 à Saint-Yzans. Les trois niveaux rencontrés dans les deux forages précédents se retrouvent ici avec les mêmes caractères.

Niveau inférieur. — Couches 28 à 33, épaisseur 42 m. 58 : l'élément argileux est moins important, mais les sables verts très fins, à glauconie, reproduisent le facies caractéristique.

Niveau moyen. — Couches 21 à 27, épaisseur 46 m. 35 : les sables gris plus ou moins argileux dominent toujours.

Niveau supérieur. — Couches 15 à 20, épaisseur 27 m. 52 : on retrouve dans ce niveau et particulièrement à la partie supérieure les sables gris grossiers.

La faune est très pauvre : les couches 27 et 30 seules ont montré quelques exemplaires de *N. globulus*. Ce n'est que par l'analogie de la composition et de l'ordre de succession des couches que l'on peut établir le parallélisme des assises avec les niveaux observés dans les autres forages.

Forage du Phare de Richard (f. 6). Altitude : 3 m. 25

(Ce forage est situé sur le bord de la Gironde à 17 kilomètres au Nord-Ouest du précédent.)

Succession des couches :

A partir de 49 m. 64

Niveau supérieur :	Épaisseur	Profondeur
15. Grès très dur	2 m.	51 m. 64
16. Sable gris et gravier	3 m. 24	54 m. 88

17. Plaquette argileuse	0 m. 25	55 m. 13
18. Sable grossier gris	9 m. 47	64 m. 60
19. Sable grossier bleuâtre	4 m. 67	69 m. 27
Niveau moyen :		
20. Sable gris fin	6 m. 60	75 m. 87
21. Sable argileux glauconieux gris	4 m. 40	80 m. 27
22. Sable plus argileux glauconieux	4 m. 10	84 m. 37
23. Sable vert argileux	3 m. 90	88 m. 27
24. Sable fin glauconieux	4 m.	92 m. 27
25. Sable plus grossier	4 m.	96 m. 27
26. Sable gris	8 m. 18	104 m. 45
27. Sable grossier gris	1 m. 82	106 m. 27
Niveau inférieur (incomplet).		
28. Grès en plaquettes et lits d'argile verdâtre sableuse	7 m.	113 m. 27
29. Argile plastique	1 m.	114 m. 27
30. Sable fin glauconieux	8 m.	122 m. 27
31. Grès dur	4 m. 80	127 m. 07
32. Sable glauconieux et grès en plaquettes	0 m. 70	127 m. 77
33. Sable glauconieux	2 m. 50	130 m. 27

Epaisseur traversée : 80 m. 63.

Commentaire. — Le *niveau supérieur* (couches 15 à 19) a 20 m. 35 d'épaisseur. Au-dessous, jusqu'à la couche 27, les sables gris plus fins et glauconieux représentent le *niveau moyen;* leur épaisseur est de 37 mètres.

Le *niveau inférieur* est incomplet. En lui donnant comme dans les autres forages une puissance égale à celle du niveau moyen, on trouverait la base des *Sables inférieurs* à la profondeur de — 145 mètres.

Les trois nombres 175 m. 18, 117 m. 55, 94 m. 35, qui représentent l'épaisseur des Sables inférieurs *à Pauillac, Saint-Yzans et Richard, montrent la réduction progressive de la puissance de cette formation dans la direction de la bordure du* synclinal girondin.

Partie sud : forages de la région de Bordeaux

Dans la région de Bordeaux, les besoins de l'industrie ont nécessité de nombreux forages. On a constaté que les *Sables inférieurs* se trouvaient à une profondeur différente sur les deux rives. Sur la rive droite, et à l'Est d'une ligne qui prolonge cette rive, du Pont de Pierre vers Bruges, les *Sables inférieurs* sont à une profondeur moyenne de 200 mètres. Sur la rive gauche, ils sont en général 100 mètres plus bas.

Rive droite

Forage n° 39, quai de Brazza (Les Grands Moulins de Bordeaux). Altitude : 6 mètres

A partir de 222 m. 30

	Épaisseur	Profondeur
26. Sable gris blanchâtre, coquillages	4 m. 70	227 m.
27. Sable gris grossier, rognons de calcaire, lignites et coquillages	11 m. 80	238 m. 80
28. Sable gris, jaunâtre, quartzeux, rognons calcaires	8 m. 50	247 m. 30
29. Calcaire gris bleuâtre	0 m. 40	247 m. 70
30. Sable gris bleu, argileux	2 m. 40	250 m. 10
31. Sable gris vert, argileux et calcaire	0 m. 90	251 m.
32. Sable gris bleu, argileux et très dur	5 m. 10	256 m. 10
33-34. Argile grise noirâtre, peu sableuse, pyrites	2 m. 90	259 m.
35 à 37. Sable gris, jaunâtre, bleuâtre, pyrites	4 m. 10	263 m. 10
38. Rognons de grès tendre et lignites	1 m. 20	264 m. 30
39-40. Sable gris, rognons de grès, lignites, coquillages	4 m. 60	268 m. 90
41 à 46. Sable fin gris noirâtre, argileux, vert, pyrites	10 m. 10	279 m.
47-48. Grès gris bleuâtre, très dur	0 m. 65	279 m. 65
49-50. Sable gris argileux très fin, micacé, Nummulites et pyrites	10 m. 30	289 m. 95
51-52. Arg. plastique grise, plaquettes, pyrites	7 m. 75	297 m. 70
53 à 56. Argile sableuse jaune verdâtre, rognons de grès et de calcaire blanc	4 m. 50	302 m. 20
57. Sable gris bleuâtre, argileux, coquillages	4 m. 10	306 m. 30
58-59. Argile sableuse, grise, verdâtre, coquill.	4 m. 10	310 m. 40
60-61. Sable gris et jaunâtre, argileux, rognons de grès	7 m. 20	317 m. 60
62. Argile grise, fine, sableuse, pyrites, traces de lignites, plaquettes de grès	10 m. 30	327 m. 90
63. Sable jaune argileux avec veines de calcaire blanc	0 m. 60	328 m. 50
64 à 67. Argile grise et jaune, sableuse, rognons de grès durs, Nummulites	6 m. 40	334 m. 90
68. Sable vert, très fin, argileux, Nummulites	1 m. 30	336 m. 20
69. Marnes blanches, argileuses, rognons, Nummulites	1 m. 90	338 m. 10
70 à 73. Argiles grises, verdâtres, brunes, rognons, Nummulites	6 m. 30	344 m. 40
74. Marnes argileuses, rognons de grès, Num.	1 m. 90	346 m. 30
75 à 77. Argile grise et rognons de grès, Num.	4 m. 90	351 m. 60

Epaisseur traversée : 129 m. 30.

Cette succession présente les mêmes caractères que celle des forages précédents. On voit en effet, au sommet, sur 25 m. 40, les sables quartzeux plus ou moins grossiers du niveau supérieur.

Dans la partie moyenne, sur 80 m. 80 d'épaisseur, de la couche 30 à la couche 63, les sables gris argileux et pyriteux forment l'élément principal.

Enfin, l'argile avec les grès en rognons ou en plaquettes se généralise dans la partie inférieure, avec une faible apparition de l'élément calcaire. Cette série a été traversée sur une épaisseur de 23 m. 10. Si on remarque que ce niveau possède partout ailleurs une puissance égale à celle du niveau moyen, on peut penser que le forage n'a pénétré que dans la partie supérieure du niveau inférieur dont la puissance serait voisine de 80 mètres. Les *Sables inférieurs* auraient par conséquent sur ce point une puissance de 185 mètres, soit 200 mètres environ en tenant compte de la couche de base. Le sommet des *Sables inférieurs* se trouvant à une profondeur moyenne de — 215 mètres, le fond du synclinal girondin, c'est-à-dire le Crétacé, serait atteint sur la rive droite vers — 415 mètres.

La fréquence des lignites et des pyrites dans le niveau moyen et la persistance des mêmes caractères lithologiques sur une épaisseur de près de 100 mètres (de la couche 27 à la couche 62) montrent que les dépôts s'effectuaient sensiblement à une même profondeur. On peut donc penser qu'il y a eu enfoncement lent et continu du synclinal girondin *et non comblement d'un bassin formé dès le début de l'Eocène.*

La faune de ce forage n'a pas été relevée. Par contre, nous avons pu étudier attentivement celle du niveau supérieur du forage suivant.

Forage n° 41, Bordeaux-Bastide (Thomson)

Les échantillons provenant de ce forage (Laboratoire de la Faculté des Sciences de Bordeaux) n'indiquent pas les épaisseurs. Ayant été relevés à des profondeurs très rapprochées ils donnent des renseignements précis sur la composition lithologique des couches.

Dans tous les forages voisins, les *Sables inférieurs* ont été atteints de 210 à 220 mètres; il est par conséquent très probable qu'ils commencent également dans ce forage à une profondeur voisine de 215 mètres.

Au-dessous de la dernière assise du *Calcaire de Blaye* les couches suivantes ont été traversées :

64. Sable grossier à quartz hyalin, blanc, avec de nombreuses Nummulites, *N. aquitanicus, N. girondicus,* fragments d'*Alveolina elongata.*
65. Grès fin.
66. Sable blanc à grains fins de quartz hyalin.
67. Sable blanc calcaire avec débris de Foraminifères.
68. Calcaire sableux à *N. aquitanicus, Alveolina elongata, N. globulus,* articles d'Astéries.
69. Sable fin argileux.
70. Sable grossier glauconieux, *N. aquitanicus-girondicus, Alveolina elongata, Ass. spira, Scutellina blaviensis.*

71 à 77. Sable grossier, graviers à *N. aquitanicus* et débris d'Huîtres.
78 à 82. Sable gris bleuâtre très fin, glauconieux, *N. aquitanicus.*
83 à 85. Sable plus grossier avec des débris d'Huîtres et *N. aquitanicus,* glauconie.
86. Grès tendre calcaire, à *N. aquitanicus.*
87-88. Sable blanc très fin, micacé.
89-90. Sable et grès grossier, verdâtre, glauconieux, à *N. aquitanicus.*
91. Sable gris micacé à *N. aquitanicus.*
92 à 96. Sables gris fins ou grossiers, à lits gréseux ou ligniteux, à *N. aquitanicus, N. girondicus.*
97-98. Sable blanc micacé très fin.
99. Sable gris plus grossier à *N. aquitanicus.*
100 à 102. Sable fin vert micacé.
103. Sable ligniteux à grains de quartz.
104. Grès dur ligniteux à *N. aquitanicus.*
105. Sable gris fin micacé.

Au point de vue lithologique, ces dépôts ont un caractère littoral marqué; ils ont dû se former, ainsi que l'indiquent les Huîtres et les graviers, sous une faible épaisseur d'eau. La plus grande partie appartient au niveau supérieur.

Nous verrons la signification de la faune recueillie dans ce forage avec la discussioin consacrée à la faune générale de l'Eocène inférieur.

Dans les autres forages de la rive droite le sommet des *Sables inférieurs* se trouve aux profondeurs suivantes :

— 210 mètres (f. 35), — 211 mètres (f. 36), — 199 m. 85 (f. 37), — 210 mètres (f. 38), — 216 mètres (f. 39), — 216 m. 25 (f. 40).

Cette limite supérieure s'élève vers le Nord : — 187 mètres (les Docks, f. 34), — 160 mètres (Bassens, f. 31), — 157 mètres (Bruges, f. 32).

Au Nord de l'alignement Bassens-Bruges elle présente de grandes variations.

De Bruges vers Lamarque, où elle se trouve à — 36 m. 50, elle continue à se relever; elle est remontée à — 72 mètres au Château Brown (f. 20'), à 2 kilomètres à l'Ouest de Cantenac. De là, en

se dirigeant vers l'Est on trouve un relèvement moindre : les *Sables inférieurs* ont été atteints à — 98 mètres au Château Margaux (f. 21') et à — 106 mètres à l'Ile du Nord.

Encore plus vers l'Est, la surface des *Sables inférieurs* s'abaisse rapidement pour se trouver, sur l'alignement Ludon-Bourg, à — 187 m. 40 (f. 29) et — 183 m. 94 (f. 24).

Comme dans tous ces forages on constate que le niveau supérieur, aujourd'hui à des profondeurs variables, est formé par les mêmes couches littorales, on peut conclure que la position des Sables inférieurs *a été modifiée postérieurement à leur dépôt par des déformations importantes du* synclinal girondin.

Rive gauche

Forage du Parc Bordelais (f. 44). Altitude : 20 mètres

Les *Sables inférieurs* de ce forage ont fait l'objet d'un relevé de Benoist et de nombreux commentaires de sa part. La faune de Foraminifères a été depuis revue par H. Douvillé [170, p. 31 et suivantes] qui a rectifié les déterminations de Benoist. En raison des discussions auxquelles ce forage a donné lieu il convient de reproduire, à titre documentaire, le relevé des couches, d'après Benoist.

11, 12, 13. *Calcaire de Blaye :* 181 m. 45.

	A partir de 346 m. 25	
	Épaisseur	Profondeur
14. Sable gris : *N. aquitanica, girondica* roulés, *Ostrea cymbula*	31 m. 75	378 m.
15. Sable argileux bleu et grès argileux bleus fins : *N. perforata, Lucasana, Guettardi, biarritzensis, aquitanica, girondica, Orbitoides, Ostrea, Pecten, Corbula, Lucina.*	34 m.	412 m.
16. Sable et grès quartzeux gris blanc, galets de quartz, débris de poissons, Nummulites roulés	16 m.	428 m.
17. Grès argileux bleuâtre, noirâtre, Nummumulites de 15, *Assilina granulosa-Leymeriei*	18 m. 25	446 m. 25
18. Grès quartzeux à grains fins devenant argileux et argiles bleues noirâtres : mêmes Nummulites	59 m. 25	505 m. 50

Epaisseur traversée : 159 m. 25.

La liste des Foraminifères, telle qu'elle résulte des corrections de H. Douvillé, est la suivante :

N. aquitanicus Benoist; *N. girondicus* Benoist (de 346 à 446 m.);

N. Lucasi D'ARCHIAC A et B (au-dessous de 400 mètres) ; *N. granifer* DOUVILLÉ (de 428 à 446) ; *N. subatacicus* DOUVILLÉ; *N. globulus* LEYMERIE; *N. Guettardi* D'ARCHIAC (principalement dans la couche 18) ; *N. planulatus* LMK. (partie inférieure, rare) ; *Assilina granulosa* D'ARCHIAC; *Assilina Leymeriei* D'ARCHIAC (abondants dans 17 et 18) ; *Orthophragmina Archiaci.*

C'est la même faune, répartie de la même manière, que celle du forage de Lamarque.

Le groupement des dépôts en cinq couches masque notre distinction des trois niveaux. Cependant les descriptions détaillées des anciens auteurs permettent de les retrouver.

BENOIST [38] décrit la partie supérieure des « Sables » de la manière suivante : « Depuis ce dernier niveau (du Calcaire de Blaye) rencontré à la profondeur de 346 mètres, on a traversé successivement des grès fort pauvres en fossiles et se terminant à la profondeur de 378 mètres par une sorte de conglomérat gréseux à gros éléments de quartz, avec des osselets d'Astéries, un petit *Echinocyamus* et peut-être un *Gualtieria.* A ce niveau apparaissent quelques espèces de Nummulites souvent roulées... Je veux parler de *Nummulites planulata* LMK. *(N. aquitanicus)*... et de *N. elegans*... *(N. girondicus).*

« Enfin, à la profondeur de 378 mètres, un sable argileux bleuâtre succède à ce grès grossier. Il contient, en même temps que de nombreuses veines d'argile, des amas de grès très tendre, micacé, rougeâtre, pétri de la petite espèce citée précédemment... ».

Dans cette description on distingue nettement le *niveau supérieur* (couche n° 14) caractérisé par des éléments quartzeux grossiers à *N. aquitanicus,* et le début du *niveau moyen* avec ses dépôts sableux et argileux plus fins.

Ce *niveau moyen* doit comprendre les couches 15, 16 et 17 et probablement les « grès quartzeux fins » du sommet de la couche 18. Il atteindrait ainsi une puissance de 80 mètres environ.

Le *niveau inférieur* caractérisé par les dépôts argileux, l'absence de *N. aquitanicus* et l'abondance de *N. globulus* et d'*Assilina granulosa,* doit avoir en ce point, comme dans les autres forages, une puissance au moins égale à celle du niveau moyen.

La totalité de la formation aurait ainsi au Parc Bordelais une puissance de 190 mètres, et de 205 mètres environ en tenant compte d'une « couche de base ». Le Crétacé se trouverait par conséquent vers — 530 mètres au lieu de — 415 mètres, comme sur la rive droite.

Les *Sables inférieurs* n'ont été traversés dans d'autres forages de la rive gauche que dans leur partie supérieure.

Quai Sainte-Croix, le forage 42 (Raffineries Frugès), relevé par LINDER, montre les couches suivantes :

	Épaisseur	Profondeur
	A partir de	321 m. 75
116. Grès à Nummulites, etc.	1 m. 55	323 m. 30
117. Grès gris noir	2 m. 80	326 m. 10
118. Sable quartzeux à Nummulites (600 lit.).	0 m. 90	327 m.
119. Grès à Nummulites	1 m. 41	328 m. 41
120. Sable quartzeux à Nummulites	1 m. 15	329 m. 56
121. Grès à Nummulites avec osselets d'Astéries.	1 m. 74	331 m. 30
122-123-124. Grès	2 m. 85	334 m. 15
125. Sable quartzeux à Nummulites (1.500 lit.).	5 m. 50	339 m. 65

Les sables et grès à Nummulites correspondent à la partie supérieure de la couche 14 du Parc Bordelais.

Les forages de la rive gauche ont atteint les *Sables inférieurs* à une profondeur qui va en diminuant vers le Sud-Est.

On trouve dans cette direction les profondeurs suivantes :

f. 44	Caudéran, Parc Bordelais	— 326 m. 25
f. 42	Bordeaux, quai Sainte-Croix	— 315 m. 75
f. 43	Bordeaux, quai de Brienne	— 295 m. 80
f. 46	Bègles, limite nord de la commune	— 292 m.
f. 45	Bègles, centre de la commune	— 281 m.

Le relèvement de la surface des *Sables inférieurs*, par rapport au Parc Bordelais, est donc respectivement, pour les quatre forages, de 10 m. 50, 30 m. 45, 34 m. 25 et 45 m. 25.

On a vu que, de Bruges à La Bastide, la surface des *Sables inférieurs*, sur un alignement parallèle, présente une inclinaison en sens inverse et s'abaisse de 59 mètres, soit de — 157 mètres à — 216 mètres.

Ces différences de profondeur des Sables inférieurs, *entre les deux rives et, sur chaque rive, dans la même direction NO-SE, prouvent que la position de ces Sables, dans le fond du synclinal girondin, a été modifiée par un accident tectonique local, postérieur à leur dépôt. Les caractères de cet accident se préciseront avec l'étude des formations suivantes.*

LES SABLES INFÉRIEURS DANS LES RÉGIONS DE BORDURE DU SYNCLINAL GIRONDIN

Bordure sud-est

En remontant la Garonne on rencontre de nouveaux forages. Les plus importants sont ceux de Portets, Lestiac, Rions, Cadillac.

Ces forages n'ont traversé que la partie supérieure des *Sables inférieurs.*

Portets (f. 50), d'après Benoist [50, p. xliii] :

Calcaire de Blaye jusqu'à		— 196 m. 22
Sable et calcaire quartzeux	31 m.	— 227 m. 22
Sable et grès	1 m. 30	— 228 m. 52

Lestiac (f. 51), d'après Benoist [48, p. xii] :

Calcaire de Blaye jusqu'à		— 97 m. 22
Argile et sable à *Ostrea flabellula*	48 m. 26	— 145 m. 48

Rions (f. 52). On a traversé à partir de — 197 m. 65 des couches de sable gris de 20 m. 35 d'épaisseur.

Cadillac (f. 52). Seule la couche du sommet a été traversée sur 2 mètres à — 192 mètres. Elle consiste en un sable très grossier renfermant en abondance *N. girondicus* et, plus rare, *N. aquitanicus.*

Les renseignements fournis par ces quatre forages sont concordants et montrent que le facies du *niveau supérieur* existe également dans cette partie du bassin.

Au Sud de la vallée de la Garonne, vers l'anticlinal crétacé de Landiras, on arrive au forage déjà cité de Château Vigneau (f. 49).

Benoist en donne le commentaire suivant : « On retrouve des couches qui contiennent *N. biarritzensis* et *Ass. granulosa.* Du reste le facies tout entier paraît sur ce point se rapporter à la division inférieure du Calcaire à Alvéolines, couches de Saint-Palais, et donner la limite orientale de cette assise dans le département de la Gironde. » [38, p. 11.]

Dans sa classification des terrains [38, p. 8] et dans les pages qui suivent, Benoist montre qu'il faut entendre par « *division inférieure du Calcaire de Blaye* » les couches à Nummulites des forages.

Au Château Vigneau, les *Sables inférieurs,* représentés par leur faune caractéristique, ont 41 mètres d'épaisseur, de — 87 mètres, à — 46 mètres.

La région de Portets-Cadillac formait donc durant l'Eocène inférieur un synclinal dont le bord sud se relevait vers l'axe anticlinal de Villagrains-Landiras tandis que la bordure nord se trouvait dans la région de Libourne.

A Libourne, au-dessous du Calcaire de Blaye à *Alveolina elongata,* on ne trouve pas de formation marine caractérisée. Benoist [171, p. 32] donne la description suivante des couches inférieures du forage 55.

Calcaire de Blaye	base à	— 214 m.
80. Sable quartzeux	18 m. 20	— 232 m. 20

81. Calcaire sableux	9 m. 05	— 241 m. 25
82. Sable quartzeux avec lits de galets quartzeux.	8 m. 55	— 249 m. 80
83. Grès très fins sans fossiles	3 m. 70	— 253 m. 50
84. Sable quartzeux avec pyrite blanche et galets de quartz et de silex	1 m. 50	— 255 m.

Epaisseur traversée : 41 mètres.

L'absence de tout élément organisé rend impossible l'attribution exacte de ces couches à un étage déterminé. Le manque de faune ne permet pas de conclure à son origine fluviatile; on a rencontré en effet, à Pauillac et à Saint-Yzans, de grandes épaisseurs de sables azoïques.

Nous verrons cependant, dans l'étude du *Calcaire de Blaye,* qu'il y a de nombreuses raisons de penser que les couches 80 et 81 appartiennent encore à cette formation. L'Eocène inférieur comprendrait seulement les sables quartzeux, avec lits de galets, des couches 82, 83, 84.

Le rivage du synclinal de Bordeaux devait se trouver aux environs de Libourne. Dans cette région arrivait un fleuve qui comblait son estuaire et le golfe marin et dont les dépôts changeaient de composition et de grosseur suivant les variations relatives de son niveau de base.

Les lits de galets peuvent aussi bien représenter une laisse littorale marine ou le dépôt d'un fleuve actif.

Bordure nord-est

Affleurements de la rive droite

Les *Sables inférieurs* se montrent avec leur substratum crétacé, sur la rive droite, aux environs de Saint-Bonnet et de Saint-Thomas-de-Conac.

A Saint-Thomas, dans le chemin qui descend du bourg à la rivière, après avoir rencontré, depuis l'altitude de 60 mètres, les graviers de recouvrement, en place ou en éboulis, on trouve vers 30 mètres une assise de sable fin, jaune verdâtre, glauconieux, renfermant de rares *N. planulatus.* Ces sables sont identiques à ceux qui se rencontrent, sur l'autre rive, dans le niveau inférieur du forage de Saint-Yzans.

A Saint-Thomas, les sables glauconieux sont posés sur le Maëstrichtien raviné et particulièrement riche en ce point en *Orbitoides media.*

Welsch [320, 321 et 323] a indiqué sur la Carte au 1/320.000e de La Rochelle, dans cette région de Conac, un affleurement étendu de *Sables inférieurs.* Les gisements principaux sont, d'après cet

auteur, à Saint-Thomas-de-Conac, « à la montée de la route du Ferrat à Pleine Selve et dans le vallon de Font Salouse », sur la route de Saint-Bonnet à Saint-Genis-de-Saintonge, à la première montée, « dans le talus de la route de Saint-Bonnet à Saint-Thomas, près du cimetière de Saint-Sorlin-de-Conac » et en général « dans tous les chemins et routes qui abordent ce pays raviné ».

« Le gisement est assez important; il affleure sur les coteaux d'une région longue de 8 à 10 kilomètres et large de 2 kilomètres. »

« L'Eocène inférieur à *N. planulatus* repose sur la craie dordonienne; je n'ai pu en trouver aucune trace sur le Campanien ou sur un autre étage de la craie. Il est formé de sables excessivement fins, micacés, légèrement glauconieux; ces sables sont gris jaunâtre en profondeur et deviennent ocreux à la surface; ils paraissent alors très argileux; ils sont très finement stratifiés et leur épaisseur dépasse 10 mètres; ils renferment des grès à Nummulites. »

Les Foraminifères rencontrés dans ces sables sont *N. planulatus, N. elegans, Alveolina oblonga* (déterminations de Welsch confirmées par H. Douvillé).

L'affleurement des *Sables inférieurs* de la région de Saint-Bonnet-Saint-Thomas constitue, ainsi que le dit Welsch, « la limite nord du bassin de Blaye et de l'Aquitaine ». Son prolongement vers le NO, de Saint-Thomas à Talmont, a été emporté avec le Maëstrichtien; on ne recommence à en trouver des lambeaux qu'avec la réapparition du Maëstrichtien, au delà de Talmont.

Le gisement de Meschers, signalé par H. Douvillé en 1901, est décrit en 1910 dans la Notice de la Carte, feuille Saintes : « l'Yprésien n'apparaît qu'en un seul point sur l'allée qui descend de Meschers à la conche des Nonnes. Il est représenté par des sables fins jaunes, verdâtres, glauconieux et micacés, remplissant une poche de la craie. Il renferme *N. planulatus.* »

A Vallières, les mêmes sables jaunes, micacés, signalés par M. Abrard, s'observent sur le Maëstrichtien et sous les grès à *Orbitolites complanatus,* à une altitude de 10 mètres environ, plus bas par conséquent qu'à Meschers et à Saint-Thomas, ce qui explique leur recouvrement par les couches marines de l'Eocène moyen.

Enfin Welsch signale encore des lambeaux de la même formation près de Royan : « Sur la côte sud de la conche de Pontaillac il y a une toute petite poche de sables très fins micacés devenus argileux et ocreux, avec Nummulites. Un peu plus au Nord, entre les conches de Gilet et de Saint-Sordolin, un trou fait en 1910, pour les fondations du chalet baptisé Neptune, était rempli de ces sables argileux avec gros grains de quartz et plusieurs *N. planulatus* silicifiés. »

Les sables fins glauconieux de ces différents gisements appar-

tiennent certainement à une même formation. Ils ont été conservés dans des poches du Maëstrichtien, ce qui prouve que ce dernier terrain avait été au préalable profondément raviné.

Les éléments constitutifs, très fins et bien calibrés, indiquent que le dépôt s'est effectué sous des eaux calmes, loin de tout rivage agité. La partie actuellement émergée du flanc SO de l'anticlinal des Charentes se trouvait donc largement recouverte jusqu'à une limite, au NE, qui n'a jamais été atteinte ensuite dans les autres périodes. L'Eocène inférieur marque ainsi la phase maximum de la transgression dans cette région.

On croit trouver la trace de la limite extrême de cette transgression dans les blocs de grès qui parsèment le sol, de Cozes à La Tremblade, sur une ligne située à 10 kilomètres de la rive de l'estuaire.

On pourrait rapprocher des gisements précédents le lambeau de grès que M. Abrard [3, p. 163] signale au Cailleau, près de Talmont. « Au sommet de la falaise campanienne du Cailleau, à 5 kilomètres au SE de Meschers, j'ai trouvé des meulières à *N. planulatus* et à *Alveolina oblonga* ainsi que des fragments de grès ferrugineux, tantôt à grains fins, tantôt grossiers et même poudinguiformes, analogues à ceux de Vallières. »

Mais on se trouve ici en présence de conditions de gisement analogues à celles de Saint-Palais. M. Abrard cite en effet au Chantier, à 3 kilomètres de Meschers, entre Vallières et le Cailleau, « de nombreux fragments de grès et poudingues éocènes semblables à ceux de Vallières » [3, p. 163].

Les grès supérieurs de Vallières, qui représentent pour M. Abrard le sommet de l'Eocène moyen, renferment en effet *N. planulatus* remanié provenant de l'Eocène inférieur entièrement détruit, sauf l'affleurement cité. Ces grès se seraient étendus de Vallières au Chantier et au Cailleau; ils auraient repris également, en ce dernier point, des éléments de l'Eocène inférieur. On ne pourrait donc pas considérer le Cailleau comme un gisement de l'Eocène inférieur.

Le lambeau éocène du Cailleau montre que l'érosion, avant le dépôt des couches à *N. planulatus*, avait été assez intense pour enlever tout le Maëstrichtien. De très nombreux *Orbitoides media* remaniés, au sommet de la falaise, prouvent cependant que cet étage avait existé en ce point.

Les sables fins glauconieux de Saint-Thomas, Meschers, Vallières et Royan sont identiques à ceux du niveau moyen de tous les forages du Médoc.

A Saint-Palais, on trouve l'Eocène inférieur dans le conglomérat de base (couche 2 de Vasseur). Il s'agit d'éléments empruntés à une

formation antérieure caractérisée par *N. planulatus, N. globulus* et *Alv. oblongata.* Certains de ces débris proviennent d'une assise calcaire identique comme facies et comme faune aux couches 42, 55, 57 du niveau inférieur du forage de Lamarque.

D'autres consistent en galets d'un grès verdâtre très fin, analogue à celui qui se trouve dans le niveau moyen.

En résumé, dans tous les affleurements de la rive droite, les Sables inférieurs *reposent sur un Maëstrichtien plus ou moins démantelé, sans couche de base et sans éléments argileux; il semble que les termes inférieurs manquent. La transgression éocène n'aurait atteint la bordure nord qu'après l'instauration, dans tout le bassin, d'un régime uniforme de sédimentation.*

Forages du Bas-Médoc

Le Verdon (f. 1). — Le Crétacé a été atteint dans ce forage à la profondeur de — 72 m. 40. Au-dessus, on a trouvé de bas en haut : 9 m. 05 d'une roche gréseuse grise, 7 m. 15 de sable grossier et un banc calcaire de 1 mètre d'épaisseur. Cette formation gréso-sableuse représente certainement l'Eocène inférieur. Mais elle a été partiellement détruite par le creusement de l'estuaire. Elle devait en effet s'élever plus haut, car dans un autre forage du Verdon, plus éloigné de la rive, à la Maison de l'Ingénieur, les *Sables inférieurs* montent jusqu'à — 47 mètres. Dans ce dernier forage, seule la partie supérieure des sables a été traversée. Linder y a cité *N. planulatus (N. aquitanicus).*

A l'Amélie, un forage récent (f. 3) a traversé les *Sables inférieurs* sur une plus grande épaisseur.

A — 99 m. 50, ils commencent par un banc de grès vert dont la surface usée et ferrugineuse indique l'existence de phénomènes d'érosion avant le dépôt du *Calcaire de Blaye* situé au-dessus. Le grès, peu épais, est bientôt remplacé par des sables gris qui renferment à — 111 mètres *N. aquitanicus, N. girondicus, Alv. elongata* très roulés et des *Rotalia.* Un second niveau à Foraminifères se trouve à — 126 mètres. Le forage a été arrêté à — 139 mètres en raison de la venue d'eau salée.

Le Calcaire à Alvéolines et les sables verts glauconieux n'ont pas été atteints, ce qui laisse supposer, en dehors des raisons tirées des pendages normaux des couches, que l'Eocène inférieur possède là une assez grande puissance.

Le forage de l'Amélie se trouve en effet à la même distance de l'axe anticlinal crétacé de la rive droite que celui de Saint-Yzans, dans lequel les *Sables inférieurs* ont une puissance de 117 m. 55

dont 27 m. 52 pour le niveau supérieur. Les couches traversées à l'Amélie de — 99 m. 50 à — 126 mètres renferment la faune et possèdent le facies de celles du niveau supérieur de tous les forages. On peut donc penser que les *Sables inférieurs* ont, au Sud de Soulac, une puissance supérieure à 100 mètres et que le Crétacé s'y trouve vers — 210 mètres, comme à Saint-Yzans.

L'étude des forages du Bas-Médoc conduit aux conclusions suivantes :

1° *Les* Sables à Nummulites *de l'Eocène inférieur du* synclinal girondin *se développent normalement avec leurs assises et leur faune caractéristiques jusqu'à la hauteur de Royan et de Saint-Palais. Le* Calcaire de Saint-Palais *n'est donc pas, comme le pensait* Benoist [35], « *une forme littorale des couches profondes à* N. lœvigatus (N. aquitanicus) . . . . *qui auraient été relevées par une série de failles successives jusqu'à Saint-Palais où elles affleurent* ».

2° *Les différentes assises de l'Eocène inférieur ont dû exister aux environs de Royan, mais elles ont été détruites par la mer de l'Eocène moyen. Le* niveau supérieur, *formé de couches friables, n'a pas laissé de traces; mais il reste, sous la forme de galets calcaires ou gréseux, des témoins des* niveaux moyen *et* inférieur.

Ces phénomènes ne signifient point, comme le pensait H. Douvillé [158], que la formation de l'Eocène inférieur était « en réalité un peu inférieure aux couches qui affleurent aujourd'hui » à Saint-Palais. Ils supposent au contraire que *la mer transgressive de l'Eocène moyen est venu battre les couches relevées de l'Eocène inférieur et qu'elle les a recoupées jusqu'à leur base en conservant dans ses premiers dépôts des lambeaux arrachés à tous les niveaux.*

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

RÉSUMÉ

Composition et classification des couches de l'Eocène inférieur

L'Eocène inférieur de la Gironde est bien délimité, à la base, par des dépôts transgressifs sur le Crétacé et, au sommet, par des couches marquant une régression.

Il est formé par une succession de dépôts sableux dont la puissance varie suivant les différentes parties du *synclinal girondin.*

Leur composition change de la base au sommet, de telle sorte qu'on peut distinguer trois niveaux. Ces niveaux n'ont pas cependant la signification de parties nettement séparées; ils représentent seulement trois phases d'une sédimentation qui se poursuit sans interruption.

Le régime de sédimentation propre à chaque phase a pu ne pas s'instaurer rigoureusement en même temps sur tous les points du bassin; il est même probable que les changements se sont fait sentir sur les bordures avec de l'avance ou du retard par rapport au centre du synclinal. Dans l'ensemble cependant, ces niveaux correspondent à des changements de facies et de faune produits par des variations simultanées de l'affaissement du *synclinal girondin.*

Avec cette réserve, la composition de l'Eocène inférieur de la Gironde peut être résumée dans le tableau ci-après dans lequel se trouvent groupées et comparées, avec leur facies et leur faune, les couches traversées par les forages les plus complets et les mieux connus.

La *couche de base* désigne les dépôts détritiques, rencontrés à la base du Tertiaire dans tous les forages qui ont atteint le Crétacé (f. 7, f. 9, f. 10, f. 15, f. 49).

Le caractère transgressif est marqué par des galets de silex et par des graviers. Au centre du bassin, à Pauillac et à Lamarque, ce sont des argiles provenant du lavage de la surface décalcifiée du Crétacé.

La *couche de base* est intimement liée au *niveau inférieur* des *Sables à Nummulites.* Elle ne peut donc en être séparée.

Elle repose sur des assises calcaires à niveaux détritiques de 12 à 23 mètres d'épaisseur que nous avons attribuées au Maëstrichtien supérieur.

La *couche de base* marque donc le début de la grande transgression de l'Eocène inférieur. Telle est également l'opinion de de Grossouvre [219, p. 385] : « ... les relations des couches crétacées et tertiaires montrent qu'un premier mouvement s'est produit à la fin de l'ère crétacée ou au début du Tertiaire. Par suite d'un exhaussement relatif, la Saintonge et le Bordelais ont émergé, puis la mer est revenue occuper la région qu'elle avait abandonnée. C'est alors qu'ont pris naissance les

dépôts lignitifères et conglomératiques signalés par M. Benoist dans le sondage de Château Vigneau... »

A quel moment la transgression éocène a-t-elle commencé dans le *synclinal girondin ?* La réponse à cette question ne peut être donnée que par l'âge des *Sables à Nummulites* du *niveau inférieur.*

Niveau inférieur. — Ce niveau comprend l'ensemble des argiles sableuses et des sables fins glauconieux renfermant la première faune de Foraminifères décrite par H. Douvillé dans la partie inférieure des argiles de Gan (couche n° 4). Cette faune renferme en Gironde les espèces suivantes : *N. planulatus-subplanulatus, N. globulus-Guettardi, N. Lucasi, N. atacicus-subatacicus, Alv. oblonga, Ass. granulosa-Leymeriei, Orth. scalaris, Orth. Archiaci.*

A Gan, H. Douvillé rapporte cette faune et la couche qui la renferme au Thanétien.

Mais l'absence de relations stratigraphiques précises empêche de déterminer les limites exactes de cet étage; rien n'indique en particulier si les premiers termes s'y trouvent représentés.

Les premières assises éocènes peuvent manquer sur plusieurs points du bassin. Cela semble d'autant plus probable que, d'après H. Douvillé, dans le Béarn, le début de la transgression comporte de grands écarts : Thanétien inférieur (Gan, Navarrenx), Sparnatien (vallée du Gave de Pau), Cuisien inférieur (Baliros et peut-être même Bos-d'Arros).

Deux espèces, communes dans les couches inférieures de Gan et dans la Gironde, pourraient servir d'argument pour placer ces couches dans le Cuisien : *N. planulatus* et *Alv. oblonga* qui caractérisent cet étage dans le Bassin de Paris. Mais il ne faut pas perdre de vue que la faune de Foraminifères des bassins du Nord n'est pas une faune autochtone et que les éléments qui la composent n'ont de signification stratigraphique que dans les limites de ces bassins. Quelques espèces de Foraminifères seulement ont fait des incursions, d'une durée limitée, dans les bassins du Nord. *N. planulatus* et *Alv. oblonga* ayant vécu dans la Mésogée avant leur migration dans ces bassins, celle-ci a pu être tardive. On trouve des exemples du même ordre : *O. complanatus,* qui se développe dans la Mésogée dès le Lutétien inférieur, n'envahit le Bassin parisien qu'au Lutétien supérieur; de même des espèces de

Lutétien inférieur		Calcaire de Blaye	Répartition des couches dans les forages types de Saint-Yzans (7), Pauillac (10), Lamarque (15), Bordeaux (39, 44).					Répartition des Foraminifères
			7	10	15	39	44	
INFÉRIEUR	*Niveau supér^r* a	Sable et grès grossiers quartzeux.	15 à 20	18 à 20	19, 20 à 28	26 à 29	14	*N. aquitanicus* aff. *N. lævigatus.* *N. granifer* aff. *N. uroniensis.* *Ass. spira.* *Alv. elongata.* *N. globulus.* *N. Lucasi.*
	b	Huîtres et Nummulites roulées.						
		Epaisseur	27^m 52	40^m 40	21^m 49	25^m 40	31^m 75	
	Niveau moyen	Sable gris ou bleuâtre, argileux, fin. Grès quartzeux en rognons ou en plaquettes. Argile sableuse, lignites et pyrites.	21 à 27	21 et 22	29 à 37	30 à 63	15 16 17 18 *(pars)*	*N. aquitanicus.* *N. girondicus.* *N. planulatus.* *N. granifer.* *N. globulus.* *N. Guettardi.* *Ass. granulosa.* *Orth. Archiaci.* *Orth. scalaris.*
		Epaisseur	47^m 35	67^m 25	40^m 01	80^m 80	80^m 25	

ÉOCÈNE	*Niveau inférr*	Sable vert fin glauconieux. Grès calcaire. Grès en plaquettes. Argile sableuse verte, brune. Argile plastique.	28 à 33	23 à 29	38 à 60	64 à 77	18 (*pars*)	*Alv. oblonga.* *N. planulatus.* *N. globulus.* *N. Guettardi.* *N. Lucasi.* *N. atacicus.* *N. subatacicus.* *Ass. granulosa.* *Orth. scalaris.* *Orth. Archiaci.*
		Epaisseur	42m 58	67m 52	45m	23m 10 / 80m 80	47m 25 / 85m	
	Couche de base	Conglomérat. Galets. Graviers. Sable, argile panachée.	34 à 38	30	61 à 64	(Couches non traversées)		
			7m 60	15m 53	7m 40	15m	15m	
		Epaisseur totale	125m 15	190m 70	113m 90	200m	210m	
		Base à	— 211m 60	— 287m 30	— 150m 40	— 415m	— 530m	
Crétacé : du Maëstrichtien au Cénomanien.			Epaisseur traversée au Verdon (f. 1) : 487 m. 15 à partir de — 72 m. 40. Puissance approximative : 500 mètres.					

Mollusques du Lutétien du Nord se trouvent déjà dans le Cuisien de Gan.

La présence de *N. planulatus* et d'*Alv. oblonga* dans une formation dépendant de la Mésogée n'entraîne pas nécessairement le rattachement de cette formation au Cuisien.

Dans l'état actuel des connaissances, on peut donc conclure que le niveau inférieur *des* Sables nummulitiques *de la Gironde peut être parallélisé avec la couche n° 4 de Gan et pourrait représenter le Thanétien.*

Niveau moyen. — Les dépôts de ce niveau sont formés d'éléments moins fins et moins homogènes que ceux du *niveau inférieur*. On y rencontre même des lignites (f. 15, c. 30; f. 39, c. 38, 39, 62), des pyrites (f. 39, c. 35, 38, 41, 49, 62), des galets de quartz (f. 44, c. 16) et des Mollusques littoraux : *Ostrea, Corbula, Lucina, Pecten* (f. 44, c. 15).

Ces caractères indiquent que les dépôts se sont effectués sous une faible épaisseur d'eau et sont restés soumis aux influences littorales. Pendant la première partie de l'Eocène inférieur *(niveau inférieur)*, l'affaissement avait devancé le comblement. Dans la deuxième partie, l'affaissement et le comblement sont sensiblement du même ordre; les oscillations tectoniques se traduisent par des variations dans la nature des dépôts.

La faune du *niveau moyen* renferme la plus grande partie des espèces du *niveau inférieur*. Mais on ne trouve plus *Alv. oblonga; Ass. granulosa* est moins abondant; les Nummulites granuleuses dominent avec *N. Lucasi, N. granifer* et on voit apparaître un nouveau couple *N. aquitanicus-girondicus*.

Le *niveau moyen*, en raison de sa faune et de sa position au-dessus des couches argilo-sableuses attribuées au Thanétien, peut être rapporté au Cuisien inférieur. Nous ne retiendrons pas le Sparnacien comme étage car nous n'avons aucune raison en Aquitaine de ne point admettre, avec M. Lemoine [238, p. 435], que ce terme désigne un facies et non un étage.

Niveau supérieur. — Ce niveau est le mieux connu car il a pu être étudié dans tout le bassin, dans les forages qui ont atteint les *Sables inférieurs*. Les premières couches se rattachent intimement à celles du *niveau moyen*, mais elles ne tardent pas à prendre un caractère différent. Elles sont alors

constituées par un sable grossier renfermant le plus souvent des débris roulés de Mollusques et de Nummulites.

D'un bord à l'autre du synclinal girondin, *de Château Vigneau à Soulac (l'Amélie), la dernière couche des* Sables inférieurs *possède un facies uniforme; elle a dû se déposer dans la zone de balancement des marées. Le bassin de la Gironde connaissait à ce moment une phase de stabilité pendant laquelle les* Sables inférieurs *achevaient son comblement.*

Cette sédimentation détritique littorale prit fin brusquement et fut remplacée par le dépôt de calcaires marneux épais qui indiquent un nouvel affaissement du *synclinal girondin. Ce changement, par son caractère tranché et général, établit dans la succession des terrains tertiaires une coupure des plus nettes; il constitue une séparation entre deux cycles de sédimentation, celui de l'Eocène inférieur et celui de l'Eocène moyen.*

La faune de Foraminifères du *niveau supérieur* confirme cette interprétation. La liste des espèces est la suivante :

N. Lucasi, N. globulus-Guettardi, N. aquitanicus-girondicus, N. granifer, N. uroniensis, Assilina spira, Alveolina elongata.

Dans le Bassin d'Aquitaine, les deux premières espèces ont une distribution verticale trop étendue pour qu'on leur attribue une valeur dans une discussion d'ordre stratigraphique.

N. Granifer, N. uroniensis. — Les Nummulites granuleuses, qui sont en très grand nombre dans le *niveau supérieur,* ont d'abord été attribuées par H. Douvillé et M. Abrard à *N. granifer,* espèce de l'Eocène inférieur de Gan. H. Douvillé a reconnu ensuite *N. uroniensis* dans certains échantillons plus granuleux des forages de Lamarque (f. 15), de Moulis (f. 17), de Soussans (f. 19) et de Bordeaux (f. 41). Le forage de Lamarque, en particulier, a fourni deux beaux exemplaires de la forme B.

Mais *N. uroniensis* est une forme de passage dans une série évolutive, bien plus qu'une espèce stable et de caractères nettement définis.

M. Abrard [8, p. 167] écrit au sujet de la comparaison de cette espèce avec *N. granifer* : « *N. granifer* des couches inférieures de Gan ressemble beaucoup dans sa forme générale à

N. planulatus tandis que des formes plus évoluées se rapprochent beaucoup de certains *N. uroniensis*... *N. granifer* et *N. uroniensis* ont toutes les deux des granules situés aussi bien sur les filets que dans leur intervalle; le trajet des filets est très voisin sur les échantillons situés à la limite des deux espèces et que l'on est souvent embarrassé d'attribuer à l'une plutôt qu'à l'autre. »

Il en est de même pour certains échantillons de la Gironde. Le fait ne doit pas surprendre : il est normal que le type *uroniensis* se trouve à peu près réalisé au sommet de l'Eocène inférieur; mais on ne peut se servir des formes de passage pour établir une limite précise entre deux étages.

Le couple N. aquitanicus-girondicus *pullule dans les couches terminales du* niveau supérieur. *Mais il disparaît brusquement et il n'a jamais été trouvé dans le* Calcaire de Blaye.

Ce fait seul possède une signification stratigraphique.

L'étude des formes de *N. aquitanicus* montre que les caractères de l'espèce varient de la base au sommet du *niveau supérieur.*

Dans le forage 41, de la couche 105 à la couche 78, avec l'espèce granuleuse typique, on trouve des échantillons à granules moins nombreux et localisés au centre. M. Abrard nous écrit (Note inéd. 21-11-33) au sujet des échantillons de la couche n° 79 : « *ce sont presque tous* N. aquitanicus; *il s'y trouve cependant quelques formes à filets méandriformes qui sont à considérer comme* N. planulatus ».

D'autres individus des couches supérieures sont ainsi définis : « N. aquitanicus *à cloisons très voisines de celles de* N. lœvigatus ».

On constate ainsi le passage de *N. planulatus* à *N. aquitanicus* et de *N. aquitanicus* à *N. lœvigatus*. Mais ce dernier stade ne se rencontre qu'au sommet des *Sables inférieurs*, sans toutefois aboutir à *N. lœvigatus* typique.

D'autre part, dans les couches de base du Lutétien du Bassin de l'Adour, à Urcuit et à Saint-Barthélemy par exemple, les espèces citées par H. Douvillé [162, p. 24] : *N. scaber* et *N. lœvigatus* représentent un stade plus avancé de l'évolution. Des coupes d'échantillons attribués à *N. scaber* montrent toujours une spire bien plus serrée que dans *N. aquitanicus* des assises supérieures de la Gironde.

En définitive, *N. aquitanicus*, situé entre *N. planulatus* et

N. lœvigatus, possède la même signification que *N. granifer* entre *N. atacicus* et *N. uroniensis.* A la fin de l'Eocène inférieur les deux formes *N. lœvigatus* et *N. uroniensis* sont déjà réalisées mais, pour la première, d'une manière moins complète que pour la seconde.

Assilina spira et *Alveolina elongata* sont deux espèces du Lutétien du Bassin d'Aquitaine.

La première est connue seulement par trois exemplaires, forme A, du sommet des *Sables inférieurs,* où elle se trouve avec *N. uroniensis, N. aquitanicus* aff. *lœvigatus* et *Alveolina elongata.*

Cette dernière espèce a été considérée jusqu'ici comme exclusivement lutétienne.

Sa présence dans les *Sables inférieurs* ne fait cependant aucun doute. Les échantillons du forage 41 sont de grande taille et bien conservés. M. Abrard, qui les a examinés, ainsi que ceux du forage de l'Amélie, y a reconnu *Alv. elongata* typique.

Mais l'existence de cette espèce au sommet du *niveau supérieur* ne suffit pas pour rattacher au Lutétien les couches qui la renferment.

En réalité, tous les caractères tirés de la faune de Foraminifères sont concordants pour définir des couches de transition où l'on voit les espèces d'une faune prendre des caractères nouveaux qui les relient aux espèces de la période suivante. Dans ces changements, Alv. elongata *est en avance sur les autres espèces, en ce qu'il possède ses caractères définitifs dans les dernières couches des* Sables nummulitiques.

La faune de la partie terminale de ces Sables autorise par conséquent le rattachement du *niveau supérieur* au Cuisien. Cet étage se trouve ainsi constitué en Gironde par la réunion des *niveaux moyen* et *supérieur.*

En définitive, les deux expressions Sables inférieurs *et* Eocène inférieur, *avec la réserve faite pour la limite inférieure, peuvent être considérées comme équivalentes.*

Les trois niveaux qui composent les *Sables inférieurs* deviendront les zones I, II et III de l'échelle stratigraphique de la Gironde.

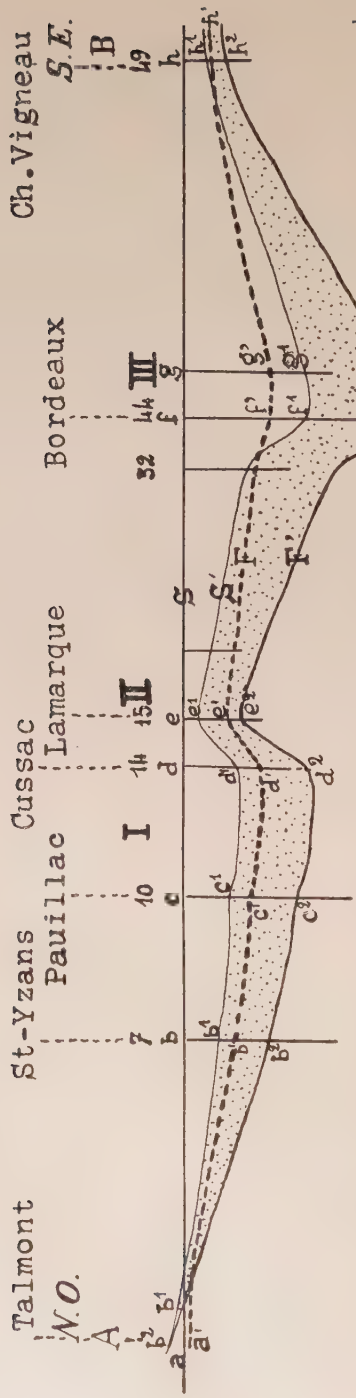


Fig. 4. — Position des Sables inférieurs dans le synclinal girondin.
Echelle : L = 1/700.000 ; H = 1/20.000.

POSITION DES SABLES INFÉRIEURS DANS LE SYNCLINAL GIRONDIN

A la fin de l'Eocène inférieur

Dans tous les forages situés dans la région traversée par la coupe I (fig. 4), de Talmont à Château Vigneau, la partie supérieure des dépôts présente la même composition.

Il s'agit de sables littoraux grossiers déposés sous une faible épaisseur d'eau, sensiblement dans la zone de balancement des marées.

D'autre part les forages ont traversé des niveaux identiques et rencontré à leur base des couches détritiques qui correspondent au début d'une invasion marine. On peut donc estimer que *l'épaisseur des dépôts mesure, pour chaque point, l'importance de l'abaissement du bassin pendant l'Eocène inférieur.*

La position occupée par les *Sables inférieurs,* à la fin de cette période, sur l'alignement Talmont-Château Vigneau, se trouve représentée par les lignes *a b c d e f g h* (surface) et *a' b' c' d' e' f' g' h'* (base) de la figure ci-contre.

La ligne *a' b' c' d' e' f'*

g' h' montre que la région comprise entre les deux anticlinaux *A* et *B* s'est abaissée et a formé dans son ensemble un synclinal que nous avons appelé le *synclinal girondin.*

Mais l'enfoncement a été inégal. Au centre, dans la région de Lamarque, une zone de résistance à l'enfoncement s'est dessinée dès le début de la période et a persisté jusqu'à la fin.

De part et d'autre un enfoncement plus rapide a formé deux bassins secondaires, celui de Pauillac au Nord et celui de Bordeaux au Sud.

Le synclinal girondin *s'est trouvé ainsi divisé en trois parties qui constituent les premiers linéaments des trois unités tectoniques qui vont s'accentuer et se compliquer pendant toute la durée du Tertiaire. Ce sont du Nord au Sud : le* synclinal de Pauillac (I), *l'*anticlinal de Lamarque (II) *et le* synclinal de Bordeaux (III).

Position actuelle

Synclinal de Pauillac

Les *Sables inférieurs,* sur les alignements Vallières-Saint-Bonnet (rive droite) et Le Verdon-Saint-Yzans-Pauillac (rive gauche), occupent une position qui peut être résumée dans le tableau suivant :

Direction	Altitude des affleurements de la rive droite		Profondeur des Sables inférieurs sur la rive gauche		Épaisseur
	sommet 1	base 2	sommet 3	base 4	5
De Vallières à Saint-Nicolas (f. 2)	20 m.	10 m.	— 47m	— 95m	48m
De Talmont à Richard (f. 6).	30 m.	20 m.	— 49m 64	— 145m	95m 36
De Saint-Thomas à Saint-Yzans (f. 7) . . .	40 m.	30 m.	86m 45	-- 211m 60	125m 15
De Saint-Bonnet à Pauillac (f. 10)	40 m.	30 m.	96m 60	-- 287m 30	190m 70

Sur la rive droite les *Sables inférieurs* ont été portés, après leur dépôt, à une altitude variable. Les affleurements les plus élevés s'observent dans la région de Saint-Thomas-de-Conac

où ils se trouvent de 25 à 30 mètres. Vers le Nord, les blocs de grès de la région de Cozes sont sensiblement à la même altitude. Les Sables s'abaissent ensuite vers Saint-Palais avec le Maëstrichtien qui les supporte.

On peut supposer, étant donné qu'ils s'étendaient vers le Nord, à une assez grande distance de la rive droite de l'estuaire, que leur épaisseur, sur la rive même, était au moins d'une dizaine de mètres. C'est celle que leur reconnaît Welsch aux environs de Saint-Bonnet.

Les *Sables inférieurs* se rencontrent sur la rive gauche à des profondeurs d'autant plus grandes qu'on s'éloigne de l'axe anticlinal crétacé et qu'on se dirige vers le centre du synclinal girondin (ligne $a^1\ b^1\ c^1\ d^1$).

Dans les mêmes directions, la limite inférieure s'abaisse bien plus rapidement (ligne $a^2\ b^2\ c^2\ d^2$), en rapport avec l'accroissement important de l'épaisseur des Sables.

L'affaissement de cette partie du Bassin girondin a donc continué après l'Eocène inférieur. Les sables sont passés à la position $a^1\ b^1\ c^1\ d^1$ — $a^2\ b^2\ c^2\ d^2$.

Nous verrons dans les périodes suivantes les étapes de ce déplacement vertical. On peut dire seulement, pour le moment, qu'il est caractérisé *par le relèvement de la bordure et l'affaissement du centre du synclinal.*

Anticlinal de Lamarque

Les *Sables inférieurs* remontent de — 130 m. 86 à Cussac à — 36 m. 50 à Lamarque et — 43 à Blaye, soit de 94 m. 36 et de 87 m. 86.

Au Sud de la ligne Lamarque-Blaye, leur surface s'abaisse de nouveau, mais plus lentement et en présentant des déformations importantes.

Celles-ci ressortent du schéma I de la figure 4 *bis* qui représente le flanc sud de l'anticlinal de Lamarque-Blaye.

La limite supérieure, dans les différents forages en partant de Lamarque, s'abaisse bien plus rapidement vers le Sud-Est que vers le Sud.

La surface des Sables inférieurs *forme ainsi dans cette région une zone anticlinale* $A^1\ A^1$ *et une zone synclinale* $S^1\ S^1$. *Ces accidents tectoniques secondaires sont le résultat des déformations que nous verrons se produire pendant les périodes suivantes.*

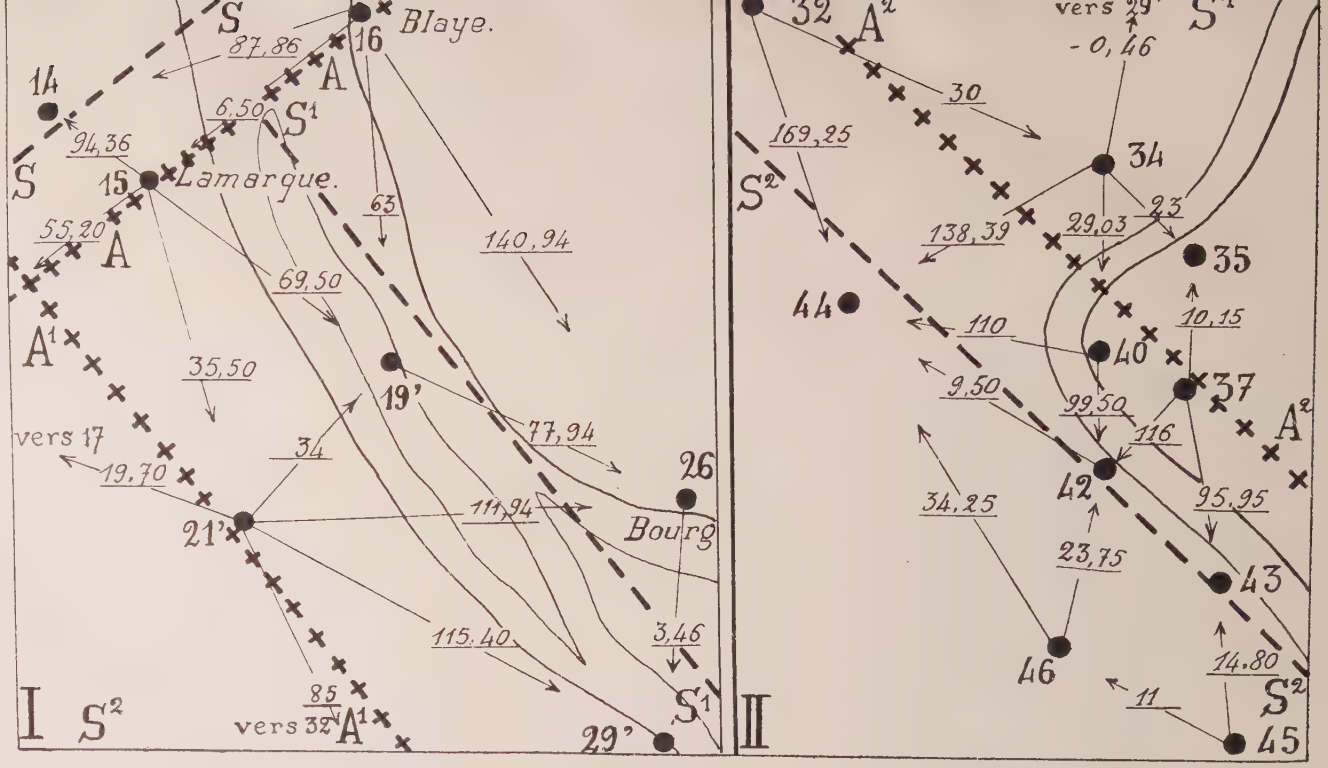


Fig. 4 *bis*. — Position de la surface des sables inférieurs.

I. Dans la zone anticlinale de Lamarque-Blaye. Echelle : 1/160.000e.
II. Dans la région de Bordeaux. Echelle : 1/80.000e.

● : forages (les numéros se rapportent à la figure 2). — Accidents transversaux : anticlinal A A, synclinal S S. — Accidents longitudinaux : anticlinal A¹ A¹ (I) prolongé par A² A² (II); synclinaux S¹ S¹, S² S². — Les nombres et les flèches indiquent l'importance et la direction de l'abaissement de la surface des Sables inférieurs entre deux forages.

L'accident principal, l'axe anticlinal *A A*, avait commencé à se former pendant l'Eocène inférieur.

A Lamarque, le *synclinal girondin* ne s'était enfoncé que de 113 m. 90 au lieu de 190 mètres à Cussac, soit une différence d'amplitude en moins de 76 m. 10. Après l'Eocène moyen il y aura, aux mêmes points, une nouvelle différence d'enfoncement de même sens de 94 m. 36 (130 m. 86 — 36 m. 50). Le fond du *synclinal girondin* se trouve aujourd'hui plus bas à Cussac qu'à Lamarque de 170 m. 46 (e^2 d^2) (94 m. 36 + 76 m. 10).

L'anticlinal formé à Lamarque dans le fond du synclinal girondin *résulte donc de l'existence dans cette région, pendant l'Eocène inférieur, d'une zone de résistance à l'enfoncement et de l'accentuation de cette résistance pendant les périodes suivantes.*

Synclinal de Bordeaux

Dans la région de Bordeaux, les *Sables inférieurs* sont situés à une plus grande profondeur. Leur surface e^1 f^1 g^1 h^1 forme un synclinal de plus de 300 mètres de profondeur. Mais cette unité tectonique (III) est affectée d'un accident qui a produit un décalage d'une centaine de mètres entre les deux rives du fleuve.

Les déformations de la surface des *Sables inférieurs* dans cette région sont mises en évidence dans le schéma II de la figure 4 *bis*.

On voit que la zone anticlinale A^2 A^2 se trouve de 95 à 115 mètres plus haut que la zone synclinale S^2 S^2. De plus, on observe que la limite supérieure des Sables dans la première zone s'abaisse vers le Sud-Est, tandis que dans la deuxième elle plonge en sens inverse vers le Nord-Ouest.

L'enfoncement des Sables inférieurs, *passant de la position* e f h - e' f' h' *à la position actuelle* e^1 f^1 h^1 - e^2 f^2 h^2, *est donc dû à des déformations du bassin postérieures à l'Eocène inférieur. Nous aurons, dans les périodes suivantes, à préciser la marche de ces déformations.*

Conclusion

Les *Sables inférieurs* représentent la première phase de la formation et du comblement d'un bassin de sédimentation.

Les déformations qui se manifestent dans le bassin pendant et après le dépôt de ces Sables font penser, avec M. Pru-

VOST [274], que « les déformations subies par un bassin de sédimentation au cours de sa période de comblement sont déjà les ébauches d'un plissement. Ces ébauches demeurent à l'état rudimentaire, mais si, dans la suite, le pays est soumis à un effort orogénique, ce sont elles qui formeront précisément les lignes structurales directrices. »

Les unités tectoniques qui commencent à se former pendant l'Eocène inférieur deviendront en effet en Gironde les éléments directeurs de la formation du relief actuel.

Les transformations subies par ces éléments tectoniques après l'Eocène inférieur présentent trois caractères essentiels :

1° Relèvement de la bordure nord-est du synclinal de Pauillac;

2° Accentuation de l'anticlinal de Lamarque-Blaye;

3° Affaissement de la partie centrale du synclinal de Bordeaux.

Ce sont ces modifications qui vont exercer une action directrice sur la formation et la répartition des dépôts des périodes suivantes et principalement de l'Eocène moyen.

CHAPITRE II

L'ÉOCÈNE MOYEN

Le Calcaire de Blaye et les couches marines et lacustres de Plassac

---

Historique.

Description.

L'Éocène moyen dans les forages profonds de la Gironde.

LE CALCAIRE DE BLAYE.

Synclinal de Pauillac.

Centre du synclinal, de Saint-Yzans à Cussac (f. 7 à 14).

Bordures nord et nord-est (f. 1 à 6).

Bordure est et sud.

Anticlinal de Listrac-Blaye (f. 15 à 22).

Synclinal de Bordeaux.

Partie nord : régions de Bourg et de Libourne (f. 23 à 30, 55).

Partie centrale : région de Bordeaux.

Rive droite (f. 30 à 41).

Rive gauche (f. 42 à 46).

Forage des Abatilles, à Arcachon (f. 56).

Partie sud : vallée de la Garonne de Bordeaux à Langon.

Conclusions.

Limites, divisions et facies (fig. 5).

Position du *Calcaire de Blaye* dans le *synclinal girondin* (fig. 6).

LES COUCHES MARINES ET LACUSTRES DE PLASSAC.

Couches à O. cucullaris.

Calcaire lacustre de Plassac.

Conclusions : subsidence et sédimentation (fig. 8).

L'Éocène moyen dans les affleurements sur les deux rives de la Gironde.

BLAYE.

Calcaire de Blaye s. str. (fig. 9, 10, 11, 12, 13 et 14).

Couches marines et lacustres de Plassac.

LISTRAC.

Calcaire à Alv. elongata *de Peyrelevade* (fig. 15, 15 *bis* et 16).

COUQUÈQUES.

Calcaire de Couquèques (fig. 17, 18).

Couches à S. intermedia (fig. 19, 20).

SAINT-PALAIS (Charente-Inférieure) (fig. 21, 22, 23).

PEDELAIL (Horsarieu, Landes).
Description du gisement (fig. 24, 24 *bis*).
Relations stratigraphiques du Calcaire de Pédelail *avec les couches à Nummulites de la Chalosse.*

Conclusions.
Stratigraphie des couches supérieures de l'Eocène moyen (fig. 25).
Cartes structurales de la surface supérieure du Calcaire de Blaye (fig. 26).
Signification des couches lacustres et marines de Plassac.
Coupes sur la bordure nord-est du synclinal girondin (fig. 27, 28).

La faune de l'Eocène moyen.
MOLLUSQUES. Liste des espèces et commentaires.
BRACHIOPODES, BRYOZOAIRES, ZOANTHAIRES.
ECHINIDES. Liste et répartition des espèces (fig. 29, 30).
FORAMINIFÈRES.

Composition de l'étage lutétien en Gironde (fig. 31).

HISTORIQUE

Le premier travail important concernant le *Calcaire de Blaye* est la note de MATHERON de 1867. MATHERON, prenant le Bassin de Paris comme terme de comparaison, distingue à Blaye un *Calcaire grossier inférieur* et un *Calcaire grossier supérieur.*

1° *Calcaire grossier inférieur.* — « Cet étage renferme à sa base un calcaire blanchâtre assez friable avec *Miliolites* et *Orbitolites.* A cette assise succède une roche plus ou moins dure presque exclusivement composée de *Miliolites.* Les fossiles y sont peu nombreux en espèces... L'*Echinolampas stelliferus* paraît être spécial à cet étage; il n'a pas encore été rencontré en France ailleurs qu'à Blaye. »

MATHERON place cette assise entre le Cuisien et le Lutétien, au-dessous des couches à *N. lævigatus* (zone I de M. ABRARD).

2° *Calcaire grossier supérieur de Blaye.* — Cet étage est formé par le calcaire à *Echinolampas girondicus* (= *Ech. burdigalensis* AGAZ.); il est bien développé à Blaye, « affleure dans le Médoc et forme dans cette région une zone assez étroite qui passe vers le hameau de Queyssan, territoire de Saint-Yzans, et par Couquèques et la Verdasse, près Valeyrac ».

Pour MATHERON, cette assise serait l'équivalent du *Calcaire grossier inférieur et moyen de Paris.* Une lacune correspondrait en Gironde au *Calcaire grossier supérieur,* « lacune dont l'évidence semble justifiée par des traces d'érosion littorale qu'on rencontre souvent à la partie supérieure du *Calcaire de Blaye* et qui semble prouver qu'au moment où commence le dépôt des argiles (à *O. cucullaris*...), la roche sous-jacente avait subi des altérations physiques et chimiques ».

Il faut remarquer que le *Calcaire grossier supérieur* qui manquerait en Gironde comprend, pour MATHERON, dans le Bassin de Paris, « les marnes lacustres, le banc vert et les caillasses », formations qui représenteront pour M. ABRARD un facies de la zone IV et non une véritable division d'étage.

MATHERON a voulu dire en somme que les dépôts lagunaires et lacustres qui tendent à se généraliser à la fin du Lutétien dans le Bassin de Paris n'existent pas en Gironde et que les formations marines prennent fin simultanément, dans tout le Bassin girondin, à la fin du Lutétien moyen.

Pour MATHERON les couches littorales à *O. cucullaris* et les couches lacustres de Plassac ne représentent point les facies correspondants du Bassin de Paris, car « il semble qu'il existe une indépendance complète entre cette couche argileuse (à *O. cucullaris*) et le calcaire marin sous-jacent ».

Cette interprétation a joué un rôle décisif dans la stratigraphie de l'Eocène de la Gironde. Elle a abouti à la constitution d'un étage Bartonien par la réunion de deux assises différentes, dont les relations entre elles et avec le Calcaire de Blaye *n'ont jamais été bien définies.*

Nous verrons que ces relations ne sont point celles qui ont été présentées par MATHERON.

La note de 1867 renferme enfin les premiers linéaments d'une tectonique de l'Eocène girondin : « Les affleurements du Médoc sont à une hauteur qui diffère peu de celle du fleuve... Cette différence d'altitude tient à l'existence d'une faille qui s'est produite dans la direction et dans la position du lit même de la Gironde. »

Il faut attacher une grande importance à cette note de MATHERON. Les interprétations et les explications de cet auteur ont pu être modifiées, mais la manière de poser les problèmes et de les résoudre est restée à peu près la même. La méthode suivie peut se caractériser de la manière suivante :

1° Les formations éocènes de la Gironde sont décrites et étudiées par comparaison avec les couches éocènes du Bassin de Paris. Aussi bien, par la suite, les auteurs resteront toujours préoccupés de chercher des correspondances entre les assises de la Gironde et celles du Bassin de Paris. On semble ne point soupçonner que le Bassin aquitain peut manifester un autre rythme et d'autres caractères qui tiennent à sa situation au voisinage des Pyrénées.

2° Les assises du *Calcaire de Blaye* sont classées d'après quelques espèces orginales; parmi celles-ci, un rôle déterminant est attribué à *Echinolampas stelliferus* considéré comme caractérisant le niveau inférieur.

La même importance sera accordée à cette espèce par les auteurs qui suivront, *même lorsqu'il aura été démontré, par les forages, que les couches de la Citadelle à* Ech. stelliferus *sont à la partie supérieure de la masse du* Calcaire de Blaye.

3° L'exposé de MATHERON sous-entend une conception stratigraphique complète caractérisée par la superposition normale de couches remplissant une cuvette dont le centre serait la région de Bordeaux. Le Calcaire de la Citadelle à *Ech. stelliferus,* plus éloigné du centre de la cuvette que celui du coteau Sainte-Luce à *Ech. burdigalensis,* plongerait vers le Sud et représenterait le niveau inférieur. C'est donc une stratigraphie *a priori* et non d'observation qui est appliquée à l'Eocène de la Gironde.

4° Cette interprétation a pour conséquence une tectonique particulière : *la position des couches éocènes, qui ne suivront pas cet ordre stratigraphique imposé, sera expliquée par le jeu de décalages postérieurs, de failles plus ou moins importantes. La grande faille de la Gironde, élément principal de la tectonique girondine, trouve là son origine et son explication.*

Pour conclure, cet ensemble important de couches éocènes, qui peut atteindre une puissance de près de 500 mètres sous Bordeaux, dont 180 mètres pour le *Calcaire de Blaye,* se trouve pourvu, dès son origine, d'une stratigraphie et d'une tectonique d'emprunt, qui pèseront lourdement sur les recherches postérieures. L'étude du *Calcaire de Blaye* a manqué à son origine de ces monographies locales, si riches de faits d'observation, qui sont la condition de toute synthèse scientifique. Il faut voir dans cette lacune initiale l'explication des divergences d'opinion qui se sont manifestées par la suite à propos de ce Calcaire.

LINDER. — Cet auteur, qui avait une grande connaissance de l'Eocène de la Gironde, ne manqua pas de relever les conséquences de la méthode employée par son confrère. Dans sa *Note sur les dépôts tertiaires du Blayais et du Médoc en réponse au travail de* M. MATHERON il opposa les faits à la théorie. Il est regrettable que son argumentation, solidement appuyée sur l'observation, n'ait point prévalu.

On accueillit les faits rapportés par LINDER mais on conserva le système de MATHERON, combattu cependant par ces faits.

LINDER donnait trois ordres d'arguments contre la division du *Calcaire de Blaye* par MATHERON :

1° « *Ech. stelliferus,* que MATHERON considère comme caractéris-

tique de son *Calcaire grossier inférieur*, existe sur toute la hauteur du rocher sur lequel s'élève la Citadelle de Blaye jusqu'à la couche à *O. cucullaris* qui forme la base des bâtiments intérieurs du fort. »

2° « La faune du *Calcaire à Ech. stelliferus* de la Citadelle s'observe, mêlée à celle du *Calcaire grossier supérieur* de MATHERON, dans plusieurs carrières de Blaye et des environs. » Dans une note postérieure (1873), à propos d'une coupe de la falaise de Plassac, LINDER apporte de nouvelles précisions : « Les fossiles considérés comme caractéristiques par MATHERON se trouvent dans l'ordre inverse indiqué par ce savant observateur. »

3° « Rien dans les sondages profonds récemment effectués dans le Médoc ne marque une division du Calcaire grossier de Blaye en deux étages. »

Si LINDER *ne réussit pas à imposer son point de vue, il mit en relief la faiblesse des solutions de* MATHERON.

Par contre, il adopta les idées de MATHERON sur la tectonique du *Calcaire de Blaye*. Dans la *Notice* de la feuille Bordeaux (1876-1881), il cite déjà « la grande faille qui a produit la falaise de Royan à la Roque-de-Tau ». Celle-ci, dans la *Notice* de la feuille Lesparre, devient cette « importante faille de la Gironde dont la paroi NE, rongée par les flots, a laissé comme témoin de son état antérieur la longue ligne de falaises qui court de Saint-Bonnet à Royan, tandis que la paroi opposée abîmée sous les flots, avec un rejet de plusieurs centaines de mètres, a creusé la fosse profonde dans laquelle se sont déposés les étages éocènes du Blayais. »

LINDER précise donc, sur ce point important de la tectonique, l'hypothèse de MATHERON. Cette précision ne résulte pas cependant de la connaissance de faits nouveaux. Elle consiste seulement dans l'interprétation d'un aspect géographique dû à l'érosion.

LINDER fait preuve par ailleurs d'un esprit d'observation pénétrant en découvrant une tectonique des couches éocènes moins grandiose mais plus complexe et plus exacte.

Dans une première note [243, p. 622], il écrit : « La formation éocène..... offre dans son développement de vastes sinuosités sur lesquelles se sont moulées les formations postérieures dont l'ensemble des couches présente l'apparence d'une mer légèrement ondulée. » Cette image se précise en 1873 : « L'étude de la topographie souterraine de nos régions démontre qu'il existe dans le département de la Gironde quatre systèmes d'ondulations parallèles ayant affecté les couches tertiaires. » Enfin, il reprend la même conception dans la *Notice* de la feuille Lesparre (1891-1897) : « D'autres phénomènes tectoniques moins apparents ont contribué à modifier le relief du sol dans le Médoc et le Blayais; la plupart paraissent se rattacher à des ondulations dirigées O 20° N et quelques-unes à des fractures et à des plis de direction comprise entre le N et le NE. » La position de ces accidents n'est pas indiquée.

Pour la première fois se trouve ainsi exprimée l'idée que les couches éocènes de la Gironde dépendent d'un système tectonique fort complexe. Cette conception, bien que peu précise encore, possède toute la valeur des hypothèses fondées sur l'observation : elle ouvre la voie à la recherche. Il est curieux de constater que LINDER ait pu concilier son nouveau système, indiquant des poussées très atténuées, avec une faille d'une grande amplitude témoignant d'une poussée intense. L'histoire des sciences révèle de telles contradictions : les hypothèses générales sont d'autant plus difficiles à détruire qu'elles ont, par leur origine, moins de rapports avec l'observation.

La connaissance du *Calcaire de Blaye* aurait rapidement progressé si LINDER avait eu des continuateurs. Ce ne fut point le cas : son successeur immédiat et son collègue à la Société Linnéenne de Bordeaux, BENOIST, à qui la géologie girondine est redevable de tant d'observations et de travaux importants, resta fidèle en général aux conceptions de MATHERON.

BENOIST. — Les idées de BENOIST se trouvent exprimées dans des notes successives dont les plus importantes se succèdent de 1885 à 1889.

La *Description géologique et paléontologique des communes de Vertheuil et de Saint-Estèphe* de 1885 constitue un modèle de monographie géologique : faits recueillis, méthode de travail et présentation sont à retenir entièrement; mais un chapitre seulement intéresse l'étude du *Calcaire de Blaye.*

L'*Esquisse géologique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France* de 1888 présente à cet égard plus d'intérêt. Nous en résumerons les principales idées.

Une riche mine de faits se trouve encore dans la note sur les *Coupes géologiques des terrains tertiaires sur la rive droite de la Gironde et de la Dordogne* de 1889 et dans une note de la même année sur les *Résultats stratigraphiques des sondages artésiens exécutés entre Bordeaux et Pauillac.*

1° *Division du Calcaire de Blaye.* — BENOIST reprend la division de MATHERON en y ajoutant une division inférieure pour tenir compte des résultats des nombreux sondages effectués de 1867 à 1885. Ce niveau inférieur est constitué par une partie des *Sables nummulitiques.* Mais, pour marquer la limite inférieure de cette division, il est visiblement gêné par l'incertitude qui régnait à ce moment sur la détermination exacte et la signification des Nummu-

lites. Tantôt, à Bordeaux, il prend pour critérium l'apparition d'*Alveolina elongata* et laisse en dehors de l'étage tous les *Sables inférieurs;* tantôt, au contraire, dans le Médoc, en raison de l'absence de ce fossile, toutes les couches à Nummulites sont rangées dans la partie inférieure du *Calcaire de Blaye.* Enfin, le *Calcaire de Saint-Palais* est considéré comme un facies latéral de cette division inférieure : « La forme arénacée de ce dépôt caractérise une formation littorale qui devait correspondre latéralement aux dépôts fort épais à Rhizopodes, d'une mer plus profonde, que l'on a reconnus dans les forages de la région bordelaise. » [38, p. 10.]

Le *Calcaire grossier inférieur* à *Echinolampas stelliferus* devient, par suite de la création de ce niveau inférieur, « les *couches moyennes* à *Echinolampas stelliferus* ». Benoist comprend dans cette partie moyenne les couches de la Citadelle et celles à *Ech. blaviensis* de l'Est de la ville. En profondeur, la partie moyenne, caractérisée par un élément sableux à grains de quartz, mélangé au Calcaire ou alternant en bancs séparés, comprend la masse principale et parfois la totalité du *Calcaire de Blaye.* La puissance de cette division, d'après Benoist, est grande : 86 mètres à Bacalan, 69 mètres aux Docks, 89 m. 90 à Bruges, 66 m. 40 au Parc Bordelais, 74 m. 30 à Bègles, 60 m. 57 à Portets, 14 mètres à Lestiac, 60 mètres à Libourne.

Benoist, tenant pour non avenues les objections de Linder, a voulu retrouver en profondeur les divisions établies à Blaye par Matheron. Le *Calcaire grossier supérieur* de cet auteur (couches de l'Octroi et de la falaise de Plassac) devient pour Benoist « les couches supérieures à *Ech. affinis* et *Cerithium angulosum* ».

Cette partie supérieure aurait une puissance bien moindre que la partie moyenne, soit : 23 m. 66 au Parc Bordelais, 18 m. 50 à Bègles, une « dizaine de mètres » à Bruges; à Portets, elle serait représentée par « quelques couches ». Les résultats obtenus sur ce point semblent précaires, car la composition lithologique des terrains ne peut avoir de signification précise dans une formation qui présente, ainsi que nous le verrons, des facies très différents selon les points considérés.

Cependant, Benoist, par la création d'une division inférieure au Calcaire à *Ech. stelliferus,* change les attributions proposées par Matheron. « La partie inférieure pourrait correspondre à la base du calcaire grossier parisien, de même que la partie supérieure, aux calcaires supérieurs à *Cerithium* et aux caillasses du sous-étage lutétien. » Dans cette distribution, la lacune correspondant au *Calcaire grossier supérieur,* proposée par Matheron, n'a plus de place. Autrement dit, *le parallélisme des divisions du* Calcaire de Blaye *avec celles du* Calcaire grossier *du Bassin de Paris est complet.*

Benoist, dans cette partie de ses travaux, est donc le continuateur de Matheron; même lorsque ses conclusions semblent s'écarter

de celles de son devancier, il reste fidèle à l'esprit et à la méthode de la *Note* de 1867.

Il rejoint au contraire LINDER et continue son œuvre dans les parties concernant la tectonique du *Calcaire de Blaye*. Comme son collègue, il ne met pas en doute l'existence de la grande faille signalée par MATHERON; il lui est également impossible de se représenter le passage latéral qu'il énonce entre les couches, qui sont à + 10 mètres à Saint-Palais et à — 314 mètres sous Bordeaux, sans avoir recours à un décalage par failles : « Les couches supérieures du *Calcaire de Blaye*, qui contiennent dans les puits sous Bordeaux et dans le Médoc de nombreuses Nummulites, seraient remplacées dans le Bas-Médoc par des couches à Echinides, dépôt de rivage évidemment synchrone qui se prolongerait, rejeté vers l'Ouest par des failles successives, jusqu'à Saint-Palais où elles affleurent. » [35.]

Dans une importante coupe (1889) de Bordeaux à Pauillac, BENOIST [57] montre la probabilité de deux de ces failles, l'une sous Bordeaux, l'autre à Lamarque. Ces failles auraient un rejet d'une amplitude voisine de 100 mètres pour la base du *Calcaire de Blaye*.

D'autre part, BENOIST, dans sa *Monographie des communes de Vertheuil et de Saint-Estèphe*, présente un autre élément de la tectonique des couches éocènes. « Il semble, écrit-il, que la configuration du sol et l'étude de l'inclinaison des couches indiquent que le terrain tertiaire moyen se serait déposé à l'Ouest d'une boursouflure qui existait alors, suivant une ligne parallèle au cours de la rivière. »

Il retrouve là une de ces ondulations entrevues par LINDER; mais la grande faille de la Gironde l'empêche de se représenter sur l'autre rive un anticlinal crétacé directeur.

Enfin, l'œuvre de BENOIST renferme des observations intéressantes. C'est ainsi qu'il signale « une forte inclinaison des couches du N au S, en allant de Saint-Estèphe à Pauillac ». Il retrouve la même allure des couches éocènes au Sud du « dernier affleurement des couches à *Alveolina elongata* » au lieu dit Peyrelevade (Listrac).

On voit que la tectonique des couches tertiaires de BENOIST repose sur de nombreuses observations, mais, faute d'idée directrice, elle est faite d'additions successives difficiles à concilier. C'est ainsi qu'on trouve à la fois, au niveau de Saint-Estèphe, une grande faille NO-SE, un anticlinal de même direction et des pendages NS perpendiculaires à ceux qui doivent se trouver sur le flanc de cet anticlinal. On ne conçoit pas le jeu des poussées qui auraient produit un tel ensemble tectonique.

Il convient cependant d'attacher une grande importance au

système tectonique de Benoist : dernier en date, il a été adopté par tous les auteurs qui l'ont suivi.

En résumé, après Matheron, Linder et Benoist, la tectonique des terrains tertiaires de la Gironde comprend les éléments suivants :

1° Une grande faille dans la direction du lit de la Gironde.

2° Des failles secondaires de direction NE-SO.

3° Des « ondulations » ou des « boursouflures » dirigées NO-SE, de position et d'intensité indéterminées.

Les trois auteurs sont d'accord pour rapporter le *Calcaire de Blaye* au Lutétien. Après les travaux de Benoist, le niveau inférieur à Nummulites représente le Lutétien inférieur, la masse de la formation calcaire, caractérisée par *Echinolampas stelliferus,* le Lutétien moyen, et les couches supérieures à Mollusques et Echinides le Lutétien supérieur.

Vasseur (G.). — Cet auteur, qui écrivait au temps de Benoist, adopta les idées de Matheron : « Nous tenons d'autant plus à conserver les divisions établies par Matheron que le *Calcaire supérieur de Blaye* semble absolument synchronique, d'après sa faune, des couches que comprend le sous-étage supérieur en Bretagne (Sables de Bois-Gouet et Sable de Cambon), tandis que la zone à *Echinolampas stelliferus* peut être, en raison de sa position stratigraphique, assimilée au Calcaire à Milioles et aux Calcaires d'Arthon et de Machecoul. » [311, p. 400.]

Déjà, Benoist avait lié le sort du *Calcaire de Saint-Palais* à celui du *Calcaire de Blaye.* Après Vasseur, on ne pourra plus discuter de la position de ces deux Calcaires sans faire intervenir les formations de la Basse-Loire. Le *Calcaire de Pédelail* (Landes) viendra encore se joindre à cette liste de formations dont la position incertaine arrivera à varier du Lutétien inférieur au Bartonien.

Vasseur, en donnant la première description précise du *Calcaire de Pédelail* (*Notice* de la feuille Orthez), avait en effet parallélisé ce Calcaire avec celui de Blaye.

Par la suite, ces questions de synchronisme vont diriger les recherches et causer de nombreuses discussions. Mais, s'il est légitime de discuter du synchronisme des couches éocènes de la Basse-Loire et du Bassin de Paris, toutes très bien connues, il n'en est pas de même des Calcaires de Blaye *et du Médoc, dont la stratigraphie, la tectonique et la faune ont été encore peu étudiées. C'est à la faveur de ce manque de connaissances que les opinions les plus différentes sont arrivées à se former.*

M. Abrard. — M. Abrard a été conduit à parler des *Calcaires de Saint-Palais* et *de Blaye* dans ses recherches sur les lambeaux éocènes des environs de Royan [2, 3, 4, 7, 9, de 1923 à 1927]. Il a résumé ses différentes observations et ses opinions sur l'Eocène de la Gironde dans son importante note de 1931 [10].

Dans cette note, il se propose de tirer les conclusions des faits anciens complétés par une connaissance plus étendue et plus précise de la faune de Mollusques et d'Echinides.

Au fond, la préoccupation dominante de M. Abrard est une question de synchronisme : sa note de 1931 est une argumentation destinée à prouver l'âge lutétien des *Calcaires de Blaye* et *de Saint-Palais*.

« ..... Le sondage du Parc Bordelais, écrit-il, a rencontré un calcaire à *Echinolampas stelliferus* que Benoist et Douvillé ont rapporté à la partie moyenne du Calcaire, assimilation indiscutable si on songe à la remarquable localisation dans le temps et dans l'espace des *Echinolampas*. Cette formation constitue une masse puissante de plus de 60 mètres d'épaisseur et son synchronisme avec Blaye est d'autant plus certain qu'*Ech. stelliferus* est une espèce bien caractéristique sur la détermination de laquelle il ne peut y avoir de doute. Au-dessus de ce calcaire a été observé un calcaire marin à *Alveolina* que H. Douvillé a rapporté à la partie supérieure du *Calcaire de Blaye*.

« Le *Calcaire de Blaye*, très bien situé stratigraphiquement entre les couches à *Num. variolarius* et des couches renfermant des Nummulites du Lutétien inférieur, doit être placé dans le Lutétien supérieur. »

En somme, M. Abrard rejoint les opinions de Benoist touchant les divisions et la position des *Calcaires de Blaye* et *de Saint-Palais*.

La conclusion générale de M. Abrard, que nous ne mettons pas en discussion ici, se trouve fondée sur trois arguments principaux d'ordre exclusivement paléontologique : 1° place de *N. aquitanicus* dans le Lutétien inférieur; 2° importance attribuée à une espèce d'Echinide, *Ech. stelliferus;* 3° signification donnée à une petite Nummulite rapportée à *N. variolarius*.

On a vu que les couches à *N. aquitanicus* sont comprises dans les Sables de l'Eocène inférieur.

Quant à *Ech. stelliferus*, il sera démontré qu'il ne possède pas la signification que lui attribue M. Abrard sur la foi des auteurs anciens.

Enfin, la valeur de *N. variolarius* est des plus douteuse. La petite espèce ramenée du Parc Bordelais, présentée d'abord comme pouvant être rapportée à *N. variolarius*, ayant disparu et n'ayant jamais été retrouvée, ne peut jouer un rôle décisif dans une discussion stratigraphique. Cette réserve est d'autant plus nécessaire que

l'existence de *N. variolarius* dans les mers éocènes du Sud n'a jamais été prouvée (H. Douvillé, Doncieux, M. Abrard).

Les conclusions que l'on peut tirer de ces trois espèces, dont la signification stratigraphique n'a pas été démontrée, sont nécessairement précaires.

Mais l'insuffisance des arguments d'ordre paléontologique fait mieux ressortir la nécessité de revenir aux méthodes de recherche fondées sur l'observation directe.

M. Lambert. — M. Lambert, avec l'étude des faunes d'Echinides de Blaye et de Saint-Palais, a été amené à prendre part à la discussion touchant la division et l'âge du *Calcaire de Blaye*.

C'est en 1912 que M. Lambert [231, 1re partie] formule pour la première fois l'hypothèse de l'âge post-lutétien des couches à Echinides de Blaye; il en donne l'explication suivante :

« Les assises du Bordelais correspondraient précisément à la puissante assise des marnes grises de la Côte des Basques à peu près complètement dépourvues d'Echinides. Ce fait, au premier abord singulier, de l'indépendance complète de deux séries échinitiques du Bordelais et de Biarritz, s'expliquerait ainsi facilement par la correspondance des assises riches en Echinides de l'une des régions avec celles, pauvres en Echinides, de l'autre. »

Il fait suivre cependant cette opinion de la réserve suivante : « C'est là une hypothèse qui m'a paru trop insuffisamment vérifiée pour me permettre de modifier, quant à présent, la classification généralement admise des assises du terrain éocène du Bordelais. »

En 1914, après la découverte d'une partie de la faune de Pédelail, M. Lambert reprend son hypothèse : « Ces observations conduisent donc à cette conclusion qu'au-dessus du Lutétien il existe dans la Chalosse une assise, d'âge probablement bartonien, renfermant quelques Echinides identiques à des espèces du *Calcaire de Blaye* dans la Gironde. Ce fait constituerait un argument nouveau pour faire du Calcaire à *Echinolampas similis* et *Echinodiscus marginalis* du Bordelais, non du Lutétien, mais, sinon du Bartonien, du moins de l'Auversien. »

En 1927, cette hypothèse semble enfin suffisamment prouvée à M. Lambert [231, 3e partie] pour être admise : « De ces travaux, il est résulté pour nous la preuve que l'hypothèse de l'âge post-lutétien des *Calcaires de Blaye*..... était une réalité établie par la comparaison de la faune du Bordelais avec celles d'autres régions. » Plus loin on lit : « Dans notre *Révision des Echinides des falaises de Biarritz*, 1920, nous avons montré que les Calcaires de Blaye devaient être considérés comme plus récents, non seulement que le Lutétien moyen des Landes, mais que le Lutétien supérieur de la Gourèpe. »

M. Lambert résume son opinion dans le tableau suivant :

Bartonien ...	Couches à *Echinolampas burdigalensis.*	*Calcaire grossier de Blaye et de Saint-Palais.*
Auversien ...	Couches à *Echinolampas blaviensis.* Couches à *Echinolampas stelliferus.* Couches à *Echinolampas Linderi.*	
Lutétien	*Sables à Nummulites* des sondages du Médoc.	

Dans une note de 1930 M. Lambert [236] précise que, par suite de la suppression de l'étage Auversien, il faut rapporter les couches placées dans cet étage au Bartonien inférieur.

Le Calcaire se trouve ainsi en totalité d'âge Bartonien.

On peut faire à l'argumentation de M. Lambert de sérieuses objections de méthode.

1° Les Marnes de la Côte des Basques, bien que renfermant en effet une faune pauvre, ont cependant, d'après M. Castex, 13 espèces d'Echinides dont 11 du Lutétien. *On ne peut pas, d'autre part, tirer argument de la présence ou de l'absence de telles ou telles espèces d'Echinides dans une couche, tant qu'on n'a pas défini les relations de ces espèces avec les différents facies. A priori* il est à prévoir que les facies littoraux de la Gironde peuvent avoir une faune d'Echinides différente de celle des Marnes à Pentacrines de la Côte des Basques, même si ces deux formations sont du même âge.

2° Les divisions établies par M. Lambert dans le *Calcaire de Blaye* sont entièrement fondées sur la filiation et la répartition d'espèces appartenant à un seul genre d'Echinides. *Il faudrait, pour justifier ce procédé, que l'étude critique du genre ait prouvé que ces espèces constituent une série évolutive représentant une véritable échelle stratigraphique.* Cette démonstration est loin d'avoir été faite. La découverte de nouveaux gisements dans le Médoc, ainsi que les associations déjà signalées à Blaye même par Linder, montreront que les espèces d'*Echinolampas,* dites caractéristiques, n'ont pas la signification qui leur a été donnée par M. Lambert.

3° Les divisions correspondant à l'échelle paléontologique ne portent que sur les affleurements visibles de Blaye. On sait cependant que *ces affleurements ne constituent que la partie supérieure de la formation totale. La masse de cette formation échappe donc à la classification* ou bien doit être réunie aux couches à *Echinolampas Linderi.* Le fait qu'elle a été rattachée aux couches à *Ech. stelliferus* par les auteurs précédents montre qu'il s'agit ici d'une interprétation et non de faits d'observation. Quant aux *Sables à Nummulites* que M. Lambert place dans le Lutétien, nous avons vu qu'ils représentaient l'Eocène inférieur.

4° Le *Calcaire de Pédelail* n'a point encore fait l'objet d'une étude stratigraphique. Cette formation, placée par Jacquot dans le Luté-

tien inférieur et par VASSEUR dans le Lutétien supérieur, est rajeunie par M. LAMBERT et située dans le Bartonien, contrairement à l'opinion de M. ABRARD qui revient à l'opinion de VASSEUR. Ces divergences montrent que la position du *Calcaire de Pédelail* est encore incertaine et qu'on ne peut pas faire intervenir cette formation, comme terme de comparaison, dans une discussion stratigraphique.

En dehors de ces questions de stratigraphie, pour lesquelles l'auteur s'est servi des renseignements fournis par les anciens auteurs ou les chercheurs locaux, l'œuvre de M. LAMBERT, au point de vue paléontologique, forme un chapitre à peu près complet de la faune d'Echinides de la Gironde. Les remarquables descriptions d'espèces qu'elle renferme complètent et précisent l'œuvre de COTTEAU et constituent une documentation de premier ordre.

Parmi les résultats obtenus par M. LAMBERT l'un des plus importants est la justification du parallélisme des *Calcaires de Blaye* et *de Saint-Palais,* par une faune commune de douze espèces d'Echinides.

DOLLFUS, J. BOUSSAC, H. DOUVILLÉ. — Les opinions de ces trois auteurs s'appuient mutuellement pour aboutir à une conclusion commune qui est l'attribution du *Calcaire de Saint-Palais* au Bartonien.

Dès 1898, DOLLFUS, dans son compte rendu du *Fasc. III des « Mollusques éocéniques de la Loire-Inférieure »* de COSSMANN, concluait que le *Calcaire d'Arthon* devait être remonté dans le Bartonien.

En 1910, H. DOUVILLÉ [158] partant de cette attribution, rajeunit Saint-Palais : « *Lituonella Roberti...* se retrouve dans la plupart des gisements de la Basse-Loire, Arthon, Coislin, Saint-Gildas-des-Bois, avec *Orbitolites complanatus* et *Alveolina oblonga.* C'est donc toujours avec le gisement d'Arthon que les analogies fauniques sont le plus marquées. »

Un autre argument lui est fourni par des Nummulites des grès de Vallières, formation sensiblement équivalente de la partie supérieure des couches de Saint-Palais. Parmi ces Nummulites, rapportées d'abord à *N. Ramondi* et à *N. biarritzensis,* H. DOUVILLÉ croit pouvoir distinguer une forme voisine de *N. miocontortus* de la base de l'Oligocène.

Il conclut : « Les Sables de Saint-Palais appartiennent à un niveau relativement élevé, au sommet de l'Eocène par exemple, ce qui concorde bien avec l'âge Auversien des calcaires sous-jacents. » [158, p. 61.]

Enfin BOUSSAC [98, p. 59], après avoir signalé que des espèces du *Calcaire d'Arthon* se retrouvent en Angleterre au niveau du Bartonien proprement dit à *N. Wemmelensis,* formule la même conclusion : « C'est donc dans l'Auversien également qu'il faudra placer le

Calcaire de Saint-Palais, c'est-à-dire au-dessus du *Calcaire de Blaye...* »

En définitive DOLLFUS, J. BOUSSAC et H. DOUVILLÉ, ainsi que M. LAMBERT, placent Saint-Palais dans le Bartonien et s'opposent à BENOIST et à M. ABRARD qui le situent bien plus bas, dans le Lutétien inférieur.

L. CASTEX. — Les opinions de M. CASTEX [103] touchant les divisions et la position du *Calcaire de Blaye* diffèrent peu de celles de M. LAMBERT. M. CASTEX semble au premier abord d'accord avec M. ABRARD pour placer ce calcaire dans le Lutétien supérieur. Mais ce Lutétien supérieur représente pour M. CASTEX les couches de la Côte des Basques, c'est-à-dire l'ancien Auversien, dont M. ABRARD et M. LAMBERT font le Bartonien inférieur. De même M. CASTEX admet, comme M. LAMBERT, que le *Calcaire de Saint-Palais* est un équivalent latéral du *Calcaire de Blaye*. Ce parallélisme ne serait pas cependant complet; il laisserait en dehors les couches supérieures de Blaye à *Ech. burdigalensis* considérées comme plus récentes, c'est-à-dire appartenant au Bartonien de l'Etablissement des Bains de Biarritz.

M. CASTEX semble d'accord avec M. LAMBERT pour situer le *Calcaire de Pédelail* dans le Bartonien. Mais quand ce dernier auteur pense au Bartonien inférieur, c'est du Bartonien supérieur qu'il s'agit pour M. CASTEX.

Malgré des divergences de détail il serait exact de dire que, pour M. CASTEX, le *Calcaire de Blaye* et *de Saint-Palais* représentent le Lutétien.

Pour terminer cette revue de travaux nous citerons, seulement pour mémoire, les opinions que nous avons exprimées dans deux notes [179-180] sur « *la faune d'Echinides du Calcaire de Couquèques* » (1931), et sur celle du *Calcaire de Pédelail* (1933). Dans la première, nous avions adopté les conclusions de M. LAMBERT. Mais dans la seconde, et bien qu'il fût question de la même faune, nous avons réservé notre jugement. Il nous a paru, dès ce moment, qu'on ne pouvait déduire une stratigraphie complète des seuls arguments d'ordre logique tirés d'une faune incomplètement connue.

Enfin, il faut citer ici les travaux de paléontologie de COTTEAU, COSSMANN, BOUSSAC, H. DOUVILLÉ, MM. ABRARD, DONCIEUX et LAMBERT. L'ensemble des connaissances accumulées par ces auteurs a rendu possible l'étude critique de la faune de Blaye et permis ainsi de redonner à l'argument paléontologique, dans les discussions de stratigraphie, la valeur objective qui lui avait manqué jusqu'ici.

Conclusion. — Les travaux sur le *Calcaire de Blaye* peuvent être groupés en trois périodes. Pendant la première, de 1867

à 1890, MATHERON, LINDER et BENOIST menèrent de front tous les problèmes et principalement ceux qui concernent la stratigraphie du *Calcaire de Blaye*. Pendant cette période furent rassemblés tous les faits qui allaient être ensuite interprétés pendant longtemps et diversement.

Dans la deuxième période, de 1890 à 1912, les résultats acquis par les auteurs précédents furent considérés comme définitifs. VASSEUR fut, en particulier, un défenseur de leurs thèses. Mais par les études indirectes d'auteurs tels que BOUSSAC et H. DOUVILLÉ, la position du *Calcaire de Blaye* s'est trouvée remise en discussion.

Dans une troisième période, de 1912 à 1935, on constate un renouveau d'intérêt autour du *Calcaire de Blaye*. Mais il ne s'agit pas d'une continuation véritable de l'œuvre des premiers auteurs. Celle-ci, au point de vue stratigraphique et tectonique, n'est pas discutée; seules des questions de synchronisme sont l'objet des controverses.

Aux deux thèses contradictoires s'attachent les noms de M. LAMBERT et de M. ABRARD. M. LAMBERT, au nom des Echinides, rajeunit le *Calcaire de Blaye* et rejoint ainsi H. DOUVILLÉ et BOUSSAC. M. ABRARD, au nom d'autres espèces de différents groupes, défend la thèse ancienne de VASSEUR et de BENOIST.

Les discussions atteignent leur maximum d'acuité de 1927 à 1933 et s'arrêtent sans avoir trouvé la solution concluante.

Ce résultat négatif a du moins fait ressortir l'insuffisance des connaissances sur le Calcaire de Blaye, *la faiblesse des arguments d'ordre paléontologique et la nécessité de revenir aux méthodes de recherche fondées sur l'observation directe.*

Notre étude du *Calcaire de Blaye* comprendra d'abord la description des terrains. Nous distinguerons dans celle-ci deux parties : la première sera consacrée à l'analyse des sondages profonds, dans la deuxième nous décrirons les affleurements. Nous suivrons cet ordre parce que c'est seulement dans les forages qu'on trouve la formation complète et qu'on peut définir ses caractères. Les affleurements ne représentent que des lambeaux discontinus des assises supérieures : leurs caractères dépendent de la position qu'ils occupent dans l'ensemble de la formation.

L'étude de la faune qui suivra n'aura point pour but de décrire des espèces nouvelles; elle aura pour objet principal de constituer des matériaux d'ordre paléontologique suscep-

tibles d'être utilisés dans la discussion des questions de stratigraphie et de synchronisme.

Il sera ainsi possible, au terme de notre étude, de situer les assises éocènes de la Gironde dans l'ensemble de la période et de définir leurs relations avec celles du Bassin d'Aquitaine et des autres bassins éocènes de la France du Nord et de l'Ouest.

DESCRIPTION

L'ÉOCÈNE MOYEN DANS LES FORAGES PROFONDS DE LA GIRONDE

LE CALCAIRE DE BLAYE

Nous étudierons successivement les forages situés dans le *synclinal de Pauillac,* la *zone anticlinale de Lamarque* et le *synclinal de Bordeaux.*

Dans leur description, nous suivrons le développement des unités tectoniques que nous avons vu s'ébaucher durant l'Eocène inférieur : elles exercent en effet un rôle directeur dans la nature et la distribution des dépôts de l'Eocène moyen.

Synclinal de Pauillac

CENTRE DU SYNCLINAL : DE SAINT-YZANS A CUSSAC
(forages 7, 8, 9, 10, 11)

Nous retrouvons ici les grands forages qui ont traversé l'Eocène inférieur. Ils s'alignent suivant la direction N 15° O oblique par rapport à la ligne de rivage éocène (NO 45° SE). Leur nombre permet de suivre de près les changements de facies. Pour mieux faire ressortir ce caractère nous étudierons les premiers forages ensemble et comparativement.

1° *Partie supérieure du Calcaire de Blaye.* — Dans ces forages la limite supérieure de la formation est marquée par un banc de calcaire dur qui se rencontre aux profondeurs suivantes : — 7 m. 60 (f. 7), — 14 mètres (f. 8), — 15 m. 37 (f. 10), — 17 m. 50 (f. 9), — 13 m. 50 (f. 11), — 11 mètres (f. 12), — 18 m. 91 (f. 13), — 16 m. 30 (f. 14). Ce banc calcaire a une épaisseur de 3 m. 29 à

Saint-Yzans (f. 7), 4 m. 79 à Saint-Seurin, 3 m. 29 et 4 m. 55 à Trompeloup.

C'est à ce banc calcaire que doivent être rapportés les affleurements de Valeyrac, Bégadan, Saint-Christoly, Couquèques et Saint-Yzans.

Au-dessous, on trouve une série de couches variées, ayant ensemble une dizaine de mètres d'épaisseur.

SAINT-YZANS (f. 7) :

5. Marne blanchâtre	0 m. 45
6. Argile verdâtre	1 m. 75
7. Banc calcaire	1 m. 25
8. Marne blanchâtre	1 m. 30
9. Argile ligniteuse	1 m. 10
10. Marne sableuse	4 m. 85

Epaisseur totale : 10 m. 70, de — 10 m. 89 à — 21 m. 59.

TROMPELOUP (f. 10) :

9. Grès marneux	2 m. 38
10. Marne et plaquettes calcaires	2 m. 17
11. Argile sableuse	4 m. 65
12. Marne et grès	2 m. 54

Epaisseur totale : 11 m. 74, de — 18 m. 66 à — 30 m. 40.

De Saint-Yzans à Trompeloup, les couches se superposent selon un ordre constant. Vers le Sud, dans les forages de Pauillac et de Beychevelle, les caractères détritiques s'atténuent et disparaissent. On trouve alors une masse calcaire formée de bancs alternants durs et tendres d'une puissance d'une vingtaine de mètres. Le forage le plus éloigné, celui de Beychevelle, montre, d'après JOUANNET, la succession suivante :

Calcaire marin avec Milioles et Mollusques	7 m. 05
Marnes et calcaires en bancs alternants	3 m. 60
Calcaire dur à grains de quartz	10 m.

Epaisseur : 20 m. 65, de — 18 m. 91 à — 39 m. 56.

Argile ligniteuse noirâtre	1 m. 30
Sable grossier et huîtres perforées	3 m. 30

Epaisseur : 4 m. 60, de — 39 m. 56 à — 44 m. 16.

2° *Partie moyenne et inférieure.* — On trouve encore une grande variété de couches. En général les calcaires marneux tendres dominent. A Saint-Yzans (f. 7), la masse est presque entièrement calcaire, sauf un banc d'argile ligniteuse avec sable et gravier, épais de 4 m. 90, à la profondeur de — 58 m. 90. La base est constituée, de — 80 m. 70 à — 86 m. 45, par une assise d'argile noirâtre, renfermant des rognons calcaires et une Huître de grande taille.

A Trompeloup (f. 9 et 10), la masse calcaire renferme de nombreuses intercalations de couches détritiques. Dans le forage 9, à — 24 m. 80, on traverse un niveau de sable argileux gris, à — 29 m. 55 des marnes compactes, à — 50 m. 90 un sable argileux très fin grisâtre, à — 68 m. 80 et à — 77 m. 35 de nouveaux épisodes de sable argileux fin.

Dans le forage 10, à partir de — 30 m. 37, au-dessous de la partie supérieure, on a la succession suivante :

13. Calcaire marneux	6 m. 13
14. Calcaire en plaquettes et argile grise	8 m. 69
15. Grès calcaire en plaquettes très argileux	12 m. 60
16. Calcaire marneux en plaquettes	25 m. 56

Epaisseur : 52 m. 98, de — 30 m. 37 à — 83 m. 35.

17. Grès en plaquettes à lit d'argile : 13 m. 32, de — 83 m. 35 à — 96 m. 67.

Cette série ne se trouve pas dans le forage suivant : l'élément sableux diminuant d'importance, le facies calcaire marneux se généralise.

A Pauillac, dans la partie moyenne du forage 12, entre deux masses épaisses de calcaire marneux de 24 mètres et de 44 mètres, on rencontre des couches plus détritiques :

Marnes grises	4 m. 70
Sable argileux	3 m. 05
Banc calcaire	0 m. 14
Sable grossier avec coquillages	4 m. 35
Calcaire marneux et banc de grès	8 m. 45

Epaisseur : 20 m. 69, de — 35 m. 95 à — 56 m. 64.

Il existe donc, entre la partie supérieure calcaire et les calcaires marneux inférieurs, une partie moyenne formée de dépôts indiquant des influences littorales.

Dans les deux forages la partie inférieure est formée par des couches où entrent, dans des proportions différentes, des éléments fins calcaires, argileux et sableux, indiquant un dépôt de mer assez profonde.

La limite inférieure est atteinte aux profondeurs suivantes :

f. 7. Saint-Yzans	— 86 m. 45
f. 8. Saint-Estèphe	— 104 m.
f. 9. Trompeloup	95 m. 15
f. 10. Trompeloup	— 96 m. 59
f. 12. Pauillac	— 126 m.
f. 14. Cussac	— 130 m. 86

Cette limite est nettement tranchée par la différence de composition des couches qui sont en contact. On trouve en effet :

f. 7. Couche 14. Argile noire avec débris de roches et grandes Huîtres.
Couche 15. Sable gris, graveleux (Eocène inférieur).
f. 9. Couche 17. Calcaire gréseux et argile en plaquettes.
Couche 18. Sable gris grossier (Eocène inférieur).
f. 10. Couche 17. Calcaire compact.
Couche 18. Grès sableux gris à grains grossiers de quartz (Eocène inférieur).

Le relevé du forage 12 mentionne la persistance de dépôts marneux intercalés dans les *Sables inférieurs.* En rapprochant ce fait de l'augmentation de puissance du *Calcaire de Blaye,* qui passe de 77 m. 60 (f. 10) à 115 mètres (f. 12), on peut conclure que *la région de Pauillac se trouve dans une partie du synclinal plus affaissée et moins sensible aux influences littorales que celle des forages 7, 8, 9, 10.*

Cette partie affaissée va jusqu'à Cussac où le *Calcaire de Blaye* a également une plus grande puissance, soit 114 m. 56.

L'épaisseur de la formation dans les forages situés plus au Nord est moindre, soit : f. 7 : 78 m. 85; f. 8 : 90 mètres; f. 10 : 81 m. 23; f. 9 : 77 m. 90.

La sédimentation, à Trompeloup, n'a pas été plus active qu'à Saint-Yzans, bien que la première localité soit plus éloignée du littoral que la seconde. Les facies présentant les mêmes caractères, la *région de Trompeloup se trouverait sur un accident transversal consistant dans un moindre affaissement du fond du synclinal. Les nombres 90, 77 et 114, qui représentent l'épaisseur du* Calcaire de Blaye *dans les forages 8, 10, 12 situés sur un même alignement, définissent cet accident.* Si l'inclinaison des couches se poursuivait normalement de Saint-Yzans à Pauillac, la base du *Calcaire de Blaye* aurait dû se trouver à — 110 mètres à Trompeloup au lieu de — 95 m. 15. L'épaisseur des dépôts aurait été alors voisine de 100 mètres, au lieu de 77 m. 60.

En résumé, de Pauillac à Beychevelle, on distingue trois phases de sédimentation : 1° à la base, dépôts fins assez éloignés du rivage; 2° dépôts détritiques littoraux ainsi que l'indiquent les sables grossiers et les Huîtres perforées de Beychevelle; 3° dépôts calcaires zoogènes à Milioles et à faune de Mollusques et d'Echinides.

Les variations dans la nature et l'épaisseur des dépôts montrent encore que le fond du synclinal de Pauillac *ne s'est pas*

développé normalement. Il comporte à Trompeloup une zone de moindre abaissement et, entre Pauillac et Cussac, une région de plus grand affaissement. La formation de ces accidents a été contemporaine des dépôts.

Bordure du synclinal au Nord et au Nord-Est (forages 1, 2, 3, 4, 5, 6)

Le forage de l'Amélie (Soulac) (f. 3) occupe exactement la même position que celui de Saint-Yzans sur le flanc SO de l'anticlinal crétacé *A* (fig. 2). Le *Calcaire de Blaye* s'y trouve avec la même puissance, 73 m. 40 (78 m. 80 à Saint-Yzans), mais à une vingtaine de mètres plus bas, soit — 26 m. 10 pour la limite supérieure et — 99 m. 50 pour la limite inférieure. *Cet abaissement correspond à l'ennoyage de l'anticlinal* A *vers le NO.*

La couche de base, dans le forage 3, consiste en un calcaire tendre très blanc qui tranche nettement sur le grès vert qui le supporte. On trouve ensuite une série de couches calcaires plus ou moins dures, de couleur blanche ou grise. Les éléments détritiques sont peu importants; nous sommes ici sur la bordure du bassin, loin du débouché des zones d'érosion continentale.

Le forage 2, dit de la « Maison de l'Ingénieur », se trouve sur la plateforme rocheuse qui se poursuit en mer par les rochers de Saint-Nicolas et l'îlot de Cordouan.

Le *Calcaire de Blaye,* légèrement démantelé à sa partie supérieure, est traversé dans le forage de 0 à — 47 mètres; sa puissance, en se dirigeant vers l'axe de l'anticlinal, a donc fortement diminué pendant que sa base se relevait.

La limite inférieure (— 99 m. 50, f. 3 et — 47 mètres, f. 2) et la limite supérieure (— 26 m. 10, f. 3 et 0 mètre, f. 2) prolongées, viennent se rejoindre, en s'appuyant sur le Crétacé de la rive droite, à une altitude de 15 mètres environ qui est celle de la limite supérieure des lambeaux éocènes de Saint-Georges-de-Didonne.

L'inclinaison des couches est vérifiée et précisée par le forage 5 qui est éloigné des précédents, vers le SO, dans la direction du centre du synclinal. Le *Calcaire de Blaye* y est atteint à — 94 m. 90. *Compte tenu des distances, les cotes d'altitude de la partie supérieure du* Calcaire de Blaye, *de + 12 mètres à Saint-Palais et Saint-Georges, + 2 mètres à Cordouan, — 26 m. 10 à l'Amélie et — 94 m. 90 à Saint-Isidore, tracent une ligne qui figure le pendage général de la formation à l'extrême Nord du département de la Gironde. Cette même*

ligne représente également l'affaissement du bassin, postérieur au dépôt du Calcaire de Blaye.

Le forage 6, du Phare de Richard, se situe, par rapport à l'axe anticlinal crétacé, dans une position analogue à celle de la Maison de l'Ingénieur : sa base se trouve à la même profondeur, soit à — 46 m. 40.

Sa partie supérieure a été en partie détruite par l'érosion quaternaire sur une dizaine de mètres, soit de + 2 à — 8; sa puissance était donc primitivement de 50 mètres environ.

Les couches suivantes ont été traversées :

		A partir de 11 m. 30
	Épaisseur	Profondeur
4. Calcaire marneux	3 m. 39	14 m. 69
5. Banc de calcaire compact tendre	1 m. 31	16 m.
6. Plaquette dure	0 m. 25	16 m. 25
7. Banc plus tendre	1 m. 05	17 m. 30
8. Calcaire en plaquettes	8 m. 85	26 m. 15
9. Calcaire compact dur	8 m. 78	34 m. 93
10. Calcaire tendre très coquillier	2 m. 90	37 m. 83
11. Calcaire dur blanc	1 m. 40	39 m. 23
12. Calcaire dur jaunâtre en plaquettes	2 m. 86	42 m. 09
13. Calcaire dur blanc	2 m. 50	44 m. 59
14. Calcaire argileux et sableux	5 m. 05	49 m. 64

Epaisseur traversée : 38 m. 34.
(Au-dessous : sables et grès de l'Eocène inférieur.)

Cette succession est caractérisée par la généralisation du facies calcaire. Ce fait prouve que la région était en dehors de la zone d'apports détritiques du *synclinal de Pauillac* et éloignée d'une bordure littorale.

Au Sud du Phare de Richard, l'*affleurement du* Calcaire de Blaye, *de Couquèques à Bégadan, est dû à un relèvement d'une amplitude d'une vingtaine de mètres. La partie centrale de cet accident se trouve à Couquèques. De là, les couches présentent une inclinaison en sens inverse au NO et au SE.*

Bordures est et sud du synclinal de Pauillac

La bordure est est représentée par la bande de *Calcaire de Blaye* qui affleure au pied des coteaux de la rive droite, de Blaye à Saint-Ciers. Nous décrirons ces affleurements avec ceux de Blaye.

Au Pontet, au-dessous d'un calcaire en plaquettes de 1 m. 50, on trouve des sables maigres jusqu'à 12 mètres, puis des alternances de petits bancs rocheux de 0 m. 20 à 0 m. 30 et de sables calcaires jusqu'à 41 mètres.

Au Sud d'Etauliers, les couches conservent la même composition. Au-dessous de 13 mètres de sables un forage a traversé jusqu'à 51 mètres l'alternance des couches signalées dans le forage précédent.

Dans le bourg, des forages poussés jusqu'à 12, 18, 21 et 38 mètres, n'ont traversé que des couches sableuses.

Ce facies sableux s'étend ensuite au Nord, vers Saint-Aubin. A l'Ouest, en se dirigeant vers le centre du synclinal de Pauillac, il ne dépasse pas la hauteur d'Anglade. En effet les forages creusés le long du canal de Saint-Georges ont atteint partout le fond rocheux des alluvions récentes, constitué par des bancs calcaires, à une profondeur variant de 10 à 20 mètres.

Deux conclusions peuvent être tirées de ces faits :

1° *L'épaisseur du* Calcaire de Blaye *à Etauliers est encore au moins de 60 mètres. Elle est plus grande par conséquent qu'à Blaye même, malgré la plus grande proximité du littoral; ce caractère montre que la région d'Etauliers fait partie du* synclinal de Pauillac.

2° *Le passage du facies calcaire au facies sableux se fait du Pontet à Etauliers. Les dépôts calcaires, avec la faune de Mollusques, d'Echinides et de Zoanthaires, se trouvent au Sud de la ligne Anglade-Cartelègue. Les apports détritiques proviennent d'un fleuve qui débouchait dans la partie nord-est du* synclinal de Pauillac.

Ses dépôts siliceux grossiers envahissaient le synclinal vers l'Ouest jusqu'à Pauillac, Lamarque et Blaye. Ce phénomène se produisit particulièrement durant le dépôt des couches du *niveau moyen* et à la fin de l'épisode du *niveau supérieur*. Les sables quartzeux et les graviers de quartz arrivèrent jusqu'à Blaye, dans les couches supérieures de la Citadelle.

La bordure sud du *synclinal de Pauillac* rejoint la *zone anticlinale de Lamarque* par un relèvement rapide des couches qui passent de — 130 mètres à Cussac (f. 14), à — 36 m. 50 à Lamarque (f. 15).

Zone anticlinale de Lamarque : anticlinal Listrac-Blaye

(forages 15, 16, 17, 18, 19, 19', 20, 20', 21, 21', 22)

Forage de Lamarque (f. 15). — Ce forage nous renseigne sur les couches moyennes et inférieures qui n'apparaissent pas dans l'affleurement de Blaye. En outre, la bonne prise des échantillons

nous permet, comme pour les *Sables inférieurs* du même forage, une étude précise des couches. Celles-ci se présentent dans l'ordre et avec les caractères suivants, de haut en bas :

	Épaisseur	Profondeur
1. Calcaire grossier sableux à gros grains de quartz, débris d'*Huîtres* et de *Pecten* ...	4 m. 17	4 m. 17
2, 3. Calcaire avec graviers	2 m. 03	6 m. 20
4. Banc calcaire bleuâtre, glauconieux, très dur avec Milioles	0 m. 15	6 m. 35
5, 6. Calcaire dur gris bleuâtre, compact, glauconieux à Milioles, *Orbitolites complanatus*	2 m. 07	8 m. 42
7. Calcaire gris bleuâtre, en bancs durs et tendres, alternant avec des marnes sableuses : Mollusques, Milioles, *Orb. complanatus, Alv. elongata*	6 m. 60	15 m. 02
8. Calcaire gris très dur, avec grains de quartz : *Alveolina elongata, Orb. complanatus*...	2 m. 57	17 m. 59
9. Calcaire gris marneux, à grains de quartz, Mollusques, Echinides : *Scutellina blaviensis*	1 m. 58	19 m. 17
10. Calcaire gris dur, glauconieux, grains de quartz : *Alveolina elongata,* Mollusques.	1 m. 56	20 m. 73
11. Calcaire grossier à grains grossiers, abondants, de quartz hyalin : Milioles, *Alveolina elongata*	9 m. 39	30 m. 12
12. Grès calcaire à gros éléments de quartz	1 m. 05	31 m. 17
13. Marne sableuse bleuâtre à grains de quartz, *N. uroniensis*	1 m. 65	32 m. 82
14, 15. Calcaire grossier sableux gris bleuâtre, *Pygorhynchus sp., N. uroniensis*.....	1 m. 10	33 m. 92
16. Sable marneux bleuâtre : *N. uroniensis*....	1 m. 60	35 m. 52
17. Calcaire quartzeux : *Alveolina elongata, Orbitolites complanatus*	0 m. 25	35 m. 77
18. Marne sableuse gris bleuâtre avec quelques grains de quartz : *N. uroniensis*.....	6 m. 73	42 m. 50
19. Couche détritique avec sable grossier, gravier, petits galets, rognons roulés de grès vert : *N. uroniensis* A. et B., *N. aquitanicus* A. et B. (Eocène inférieur)	0. m. 80	43 m. 30

Dans cette succession, on peut distinguer trois parties :

Partie supérieure (c. 1 à 10). — Calcaire dur, glauconieux à Milioles, *Orbitolites complanatus,* Mollusques, Echinides, *Alveolina elongata :* 20 m. 73.

Partie moyenne (c. 11 et 12). — Calcaire gréseux, plus grossier, avec éléments détritiques plus importants : 10 m. 44.

Partie inférieure (c. 13 à 18). — Marnes sableuses bleuâtres avec quelques bancs calcaires à *N. uroniensis* : 11 m. 33.

Ce sont, dans le même ordre et avec les mêmes caractères, les trois niveaux distingués dans les forages du synclinal de Pauillac; *mais ici ils ont une épaisseur trois fois moindre.*

Parmi les autres résultats obtenus avec le forage de Lamarque il faut retenir la présence de *N. uroniensis* dans le tiers inférieur.

L'association N. uroniensis, Orbitolites complanatus, Alveolina elongata *possède une importance capitale pour situer le* Calcaire de Blaye *dans la série éocène.*

Blaye (f. 16). — Les couches traversées à Lamarque se retrouvent sur l'autre rive, dans le forage 16 près de la Citadelle de Blaye. Elles ont là 52 mètres de puissance et descendent jusqu'à — 43 mètres. Les bancs exploités à la Citadelle correspondent ainsi au sommet du *niveau supérieur* du forage de Lamarque (couches 2 à 8).

On peut donc considérer comme démontré que les couches à Ech. stelliferus *de la Citadelle représentent le* niveau supérieur *du* Calcaire de Blaye *et non une division inférieure, comme de nombreux auteurs l'ont pensé, après* MATHERON.

L'épaisseur des dépôts à Blaye et le relèvement de leur base, sont sensiblement du même ordre qu'à Lamarque. La zone anticlinale rencontrée dans le Médoc se poursuit donc sur la rive droite; elle est jalonnée par les deux affleurements de Listrac (Peyrelevade) et de Blaye.

Depuis l'affleurement de Listrac, qui se trouve à une altitude de 22 mètres, les couches plongent dans toutes les directions. Au NE de Peyrelevade, à Cussac, le *Calcaire de Blaye* est à — 16 m. 30, soit 38 m. 30 plus bas pour une distance de 3 kilomètres.

Au SE, dans une direction opposée et à une même distance, pour le forage 17, la différence est de 19 m. 50 (de 22 mètres à 2 m. 50).

La surface du *Calcaire de Blaye* sur le flanc sud de l'*anticlinal Listrac-Blaye* s'abaisse vers le *synclinal de Bordeaux* mais en présentant des irrégularités.

Elle se trouve à — 8 mètres à la Bégorce (f. 20), — 5 m. 26 au Château Margaux (f. 20'), — 2 m. 10 au Château Brown (f. 21'), — 15 m. 21 au Château Palmer (f. 21), — 27 mètres à Labarde (f. 22'), — 38 m. 50 à l'Ile Cazeau (f. 22), — 54 m. 40 à l'Ile de Pachan (f. 29'), — 54 mètres à Bourg (f. 26).

En même temps la puissance du *Calcaire de Blaye* augmente et passe sur une distance de 12 kilomètres, de 42 m. 50 à Lamarque à 86 mètres à Soussans (f. 19), 97 mètres à Margaux (f. 21) et 130 mètres à Bourg (f. 26).

L'accroissement d'épaisseur du *Calcaire de Blaye* est beaucoup

plus rapide sur le bord nord de l'anticlinal, soit de 42 m. 50 à 114 m. 30 sur une distance de 2 kil. 500.

*L'*anticlinal de Listrac-Blaye *est donc dissymétrique; le pendage des couches au Nord est quatre fois plus accentué que vers le Sud.*

L'affleurement de Blaye, par rapport aux forages qui l'entourent, présente les mêmes caractères que celui de Listrac : les assises plongent également dans toutes les directions. A la Citadelle les couches s'enfoncent au Nord, vers le *synclinal de Pauillac.* Au NO, à Beychevelle (f. 13), elles sont à — 18 m. 91, à l'O, à Cussac (f. 14), à — 16 m. 30, au S, à Soussans (f. 19), à — 8 m. 40, à l'E, à Cars (f. 18), à — 4 mètres.

A Listrac et à Blaye, se trouvent donc deux bombements atténués, qui font partie d'une zone anticlinale de direction O 35° S, E 35° N caractérisée par des pendages dissymétriques plus accentués vers le Nord.

*Ce troisième accident tectonique, transversal au cours du fleuve, possède les mêmes caractères que ceux de Trompeloup et de Couquèques mais il est plus accentué. Il joue, pour cette dernière raison, un rôle prépondérant dans la stratigraphie et la géographie du département. Nous l'appellerons l'*anticlinal de Listrac-Blaye, *du nom des deux bombements qui jalonnent sa direction.*

F. 18. — Le forage des Drouillards (f. 18), situé à l'Est de Blaye, montre à la fois le caractère littoral des dépôts et l'existence des trois niveaux distingués dans le *synclinal de Pauillac.* M. L. Glangeaud [210] en donne le relevé suivant :

	Épaisseur	Profondeur
1. Terrains superficiels	0 m. 40	0 m. 40
2. Argile jaune et banc calcaire dur à Milioles et Rotalidés	2 m. 60	3 m.
3. Calcaire sableux avec, de 4 m. 20 à 4 m. 50, un banc d'argile blanchâtre micacée	2 m. 90	5 m. 90
4. Sable micacé et argileux très riche en mica blanc	2 m. 10	8 m.
5. Argile plastique bleue	5 m. 50	13 m. 50
6. Argile sableuse fissile à débris de végétaux	4 m. 50	18 m.
7. Argile sableuse noirâtre riche en éléments organiques et en produits pyriteux	3 m.	21 m.
8. Sable argileux et petit gravier	5 m. 50	26 m. 50
9. Argile sapropélienne avec galets et petit banc de calcaire fossilifère	1 m. 50	28 m.
10. Sable argileux	2 m. 80	30 m. 80
11. Sable argileux avec gros galets de quartz	2 m.	32 m. 80

12. Argile fine compacte avec empreintes d'Orthophragmines	0 m. 70	33 m. 50
13. Petit banc de calcaire dur graveleux	0 m. 50	34 m.
14. Argile sableuse très riche en débris coquilliers	2 m. 40	36 m. 40
15. Sable à Foraminifères (Milioles) et débris coquilliers	2 m. 10	38 m. 50
16. Petit banc de calcaire dur	0 m. 30	38 m. 80
17. Sable calcaire et gravier quartzeux	8 m. 60	47 m. 40
18. Petit banc de calcaire dur graveleux	0 m. 90	48 m. 30
19. Sable calcaire graveleux	1 m. 55	49 m. 85
20. Calcaire compact	0 m. 15	50 m.

Les couches se classent de la façon suivante :

Niveau inférieur (c. 12 à 20), de 32 m. 80 à 50 mètres : dépôts assez fins franchement marins avec niveaux calcaires.

Niveau moyen (c. 6 à 11), de 13 m. 50 à 32 m. 80 : dépôts grossiers dont le caractère littoral est mis en évidence par les débris de végétaux, les graviers et les galets.

Niveau supérieur (c. 1 à 5), dépôts formés d'éléments plus fins avec bancs calcaires. Pour compléter ce niveau il faudrait y ajouter les couches de surface qui consistent en une alternance de niveaux graveleux et de bancs calcaires à *Ech. stelliferus*, d'une épaisseur de 2 m. 70.

*La présence d'*Ech. stelliferus *dans la couche supérieure confirme ce qui a été dit de cette espèce à la Citadelle de Blaye.*

En s'éloignant de l'*anticlinal de Listrac-Blaye* vers le Sud, dans la région de Margaux-Cantenac, de nombreux forages font connaître la position et la composition du *Calcaire de Blaye*. Celui du Château La Bégorce (f. 20), entre Margaux et Soussans, est connu par le relevé de Linder [244].

Couches traversées :

	Épaisseur	Profondeur
13. Calcaire compact gris, miliolitique	0 m. 65	24 m. 95
14. Calcaire compact dur, miliolitique, fossilifère	4 m. 65	29 m. 60
15, 16. Calcaire compact gris, miliolitique	2 m. 83	32 m. 43
17. Calcaire grossier miliolitique, *Orb. complanatus*	1 m. 51	33 m. 94
18. Calcaire et sable calcaire à Foraminifères	1 m. 85	35 m. 79
19. Calcaire très miliolitique avec grains de quartz	2 m. 35	38 m. 14
20. Calcaire dur à Foraminifères et grains de quartz	0 m. 58	38 m. 72
21. Calcaire grossier fossilifère et Foraminifères.	17 m. 60	59 m. 90
22. Calcaire dur à grains de quartz	1 m. 70	61 m. 60

23, 24, 25. Calcaire à nombreux grains de quartz	3 m. 40	64 m.
26. Calcaire dur gris compact à *Echinolampas affinis*	2 m. 71	66 m. 71
27. Calcaire argileux gris, quartz, fossiles	5 m. 34	72 m. 10

(la base du Calcaire doit se trouver vers 110 mètres).

Malgré la constance du facies calcaire on peut distinguer encore les trois niveaux du forage de Lamarque : le calcaire compact dur miliolitique des couches 13 à 20 représente le *niveau supérieur*, le calcaire grossier à grains de quartz, de 21 à 27, correspond aux couches 11 et 12 de Lamarque.

Au Château Margaux le forage 20' reproduit la succession du forage de Lamarque :

Niveau supérieur :	depuis	— 5 m. 26
5. Calcaire blanc bleuâtre en bancs séparés par des assises de marne blanche	13 m. 39	— 18 m. 65
6. Calcaire grossier gris avec coquillages	2 m. 47	— 21 m. 12
Niveau moyen :		
7. Grès vert	3 m. 58	— 24 m. 70
8. Argile, sable vert et grès	3 m. 70	— 28 m. 40
9. Grès bleuâtre	1 m. 75	— 30 m. 15
10. Grès bleuâtre et marne sableuse	3 m. 75	— 33 m. 90
11. Sable bleuâtre argileux	1 m. 30	— 35 m. 20
12. Calcaire et sable marneux	2 m. 92	— 38 m. 12
Niveau inférieur :		
13. Calcaire blanc, gris, bleu et marne	12 m. 03	— 50 m. 15
14. Calcaire bleu, blanc et gris	6 m. 05	— 56 m. 20
15. Marne grisâtre	2 m. 90	— 59 m. 10
16. Argile verte, plaquettes de calcaire bleuâtre.	7 m. 30	— 66 m. 40
17. Calcaire bleu, gris et veines de marne	11 m. 35	— 77 m. 75
18. Marne sableuse bleuâtre, plaquettes calcaires	4 m. 45	— 82 m. 20
19. Calcaire gris, bleu et jaune et marne sableuse	5 m. 70	— 87 m. 90
20. Marne jaune verdâtre sableuse, plaquettes calcaires	3 m. 50	— 91 m. 40
21. Argile grise et verte et bancs de grès dur	6 m. 60	— 98 m.

Epaisseur totale : 92 m. 74.

Eocène inférieur : sables grossiers et grès.

Le forage du Château Brown (f. 21') montre la succession suivante :

Niveau supérieur :	depuis	— 2 m. 10
7. Calcaire blanc	2 m. 44	— 4 m. 54
8. Calcaire tendre blanc, gris et vert	14 m. 34	— 18 m. 88

Niveau moyen :

9. Gravier	0 m. 54	— 19 m. 42
10. Calcaire tendre	7 m. 68	— 27 m. 10
11. Sable gris argileux compact	1 m. 65	— 28 m. 75
12. Calcaire blanc	1 m. 47	— 30 m. 22
13. Sable gris très compact	2 m. 75	— 32 m. 97
14. Sable gris très fin	0 m. 97	— 33 m. 94

Niveau inférieur :

15. Calcaire dur	6 m. 90	— 40 m. 84
16. Calcaire tendre	31 m. 83	- 72 m. 67

Epaisseur totale : 70 m. 57.

Eocène inférieur : sable gris.

Les couches du *niveau supérieur* présentent un facies et une puissance identiques à ceux du forage précédent. Le *niveau moyen* détritique a une puissance sensiblement égale dans les deux forages : mais les bancs calcaires occupent ici plus de place.

Enfin le *niveau inférieur* possède une puissance moindre, 38 m. 73 au lieu de 59 m. 88, et présente un facies entièrement calcaire. *Il y a donc eu sur ce point, pendant le dépôt des couches du* niveau inférieur, *une sédimentation calme et une subsidence moindre.*

Ce dernier caractère montre que le pendage, sur le flanc sud de l'*anticlinal Listrac-Blaye,* n'est pas uniforme. D'après l'inclinaison générale des couches du Bassin girondin vers le Sud-Ouest, la base du *Calcaire de Blaye,* dans le forage 21', devrait se trouver à une plus grande profondeur que dans le forage 20'.

*Au contraire, les couches se relèvent de 25 m. 33 sur 2 kilomètres de distance. Ce fait montre l'existence, à l'Ouest de Margaux, d'un relèvement anticlinal de direction perpendiculaire à l'*anticlinal Listrac-Blaye *et d'une zone synclinale située au Sud-Est.*

On retrouve là les accidents tectoniques secondaires qui se développent dans la partie nord du synclinal de Bordeaux *et que la surface des* Sables inférieurs *avait déjà mis en relief* (fig. 4, I).

Un forage situé dans l'Ile du Nord (f. 19'), au Nord-Est des précédents, confirme les résultats déjà obtenus.

Il occupe une position intermédiaire entre ceux de Margaux, sur la rive gauche, et ceux de Bourg, sur la rive droite.

Le fond rocheux y a été rencontré à — 23 m. 31. Le banc de calcaire dur, atteint à cette profondeur, ne représente pas le sommet du *Calcaire de Blaye.* Celui-ci, par rapport aux forages de Soussans et de Margaux de la rive gauche et aux affleurements de la rive droite, devait se trouver à la profondeur de — 10 mètres environ (Ile Fumadelle à — 8 m. 40 et Château Palmer à — 15 mètres).

A partir de — 23 m. 31, la succession des couches est la suivante :

	Épaisseur	Profondeur
Niveau supérieur :		
4. Calcaire tendre	0 m. 69	— 24 m.
5. Calcaire dur	0 m. 85	— 24 m. 85
6. Calcaire très dur	0 m. 86	— 25 m. 71
7. Calcaire tendre	4 m. 63	— 30 m. 34
8. Cacaire dur	2 m. 26	— 32 m. 60
Niveau moyen :		
9. Sable	0 m. 60	— 33 m. 20
10. Banc calcaire	0 m. 92	— 34 m. 12
11. Sable	2 m. 38	— 36 m. 50
12. Marne sableuse	2 m. 57	— 39 m. 07
13. Marne et plaquettes calcaires	8 m. 93	— 48 m.
14. Banc calcaire	1 m. 20	— 49 m. 20
15. Marne et plaquettes calcaires	9 m. 50	— 58 m. 70
Niveau inférieur :		
16. Calcaire dur et tendre	9 m. 10	— 67 m. 80
17, 18. Calcaire dur et tendre	2 m. 40	— 70 m. 20
19. Alternance de calcaires durs et tendres	35 m. 92	— 106 m. 12
Epaisseur traversée : 82 m. 81.		
Eocène inférieur :		
20. Grès dur (1er niveau aquifère)	6 m.	— 112 m. 12
21. Sable (2e niveau aquifère)	1 m. 33	— 113 m. 45
22. Grès et sable (3e niveau aquifère)	2 m. 05	— 115 m. 50
23 à 27. Sables avec quelques plaquettes de grès (4e niveau aquifère)	9 m. 50	— 125 m.

On distingue encore les trois niveaux des forages de Lamarque et de Margaux.

Niveau supérieur (c. 4 à 8). — En ajoutant aux 8 m. 60 de calcaire traversé la partie enlevée par l'érosion quaternaire, on aurait pour ce niveau une puissance de 20 m. 60.

Niveau moyen (c. 9 à 15). — Epaisseur totale : 26 m. 10. Les éléments détritiques y jouent un rôle important; les plus grossiers se trouvent à la partie supérieure.

Niveau inférieur (c. 16 à 19). — Le facies est entièrement calcaire. La puissance des dépôts, qui est de 47 m. 42, est égale à celle des *niveaux moyen* et *supérieur* réunis (46 m. 70).

La composition et la répartition ds couches de ce forage présentent encore les mêmes caractères vers le Sud-Est, dans la région de Bourg.

Synclinal de Bordeaux

Partie nord : régions du Bourgeais et du Libournais (forages 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 55)

Nous insisterons peu sur la description des couches; elle a été donnée par Benoist [71] avec une grande précision. Nous examinerons plus particulièrement la répartition des facies.

Nous comparerons quatre forages situés à quelques kilomètres les uns des autres et sur le même alignement NO-SE.

Partie supérieure

Forage 24 :

12 à 14. Calcaire dur et tendre à *Miliolites*	4 m. 18
13. Marne calcaire grise	6 m. 85
16 à 19. Calcaire dur et tendre à grains de quartz.	6 m. 40
20, 21, 22. Calcaire dur avec Milioles, pyrite et lignite	7 m. 44

Epaisseur totale : 24 m. 87

Forage 26 :

15, 16. Calcaire noirâtre dur, Milioles, grains de quartz	2 m. 38
17, 18. Calcaire tendre à Milioles, niveaux argileux	3 m. 57
19. Calcaire dur, pyrite, Milioles	1 m. 06
20. Marne calcaire noire, lignite et pyrite	4 m. 91
21 à 25. Calcaires en bancs alternants durs et tendres, pyriteux, grains de quartz (21), lignite (24).....	8 m. 49

Epaisseur totale : 20 m. 41

Forage 25 :

16. Calcaire gris avec Milioles et *Echinolampas* sp.	9 m.
17. Calcaire grossier avec Milioles et *Alveolina elongata*	2 m.
18. Calcaire dur, pyrite, *Ostrea, Pecten*	6 m.
19. Grès quartzeux dur	0 m. 85
20. Calcaire tendre avec *Ostrea*	3 m. 75

Epaisseur totale : 21 m. 60

Forage 30 :

9 *bis*. Calcaire dur gris à *Alveolina* et Milioles ..	4 m. 84
10, 11, 12. Calcaire dur gris avec Milioles de 3 m. 40 entre deux assises de marne grise de 0 m. 38 et 0 m. 40	4 m. 18
13. Calcaire tendre blanc, Milioles	2 m. 20
14. Calcaire dur, Milioles	3 m. 20

15. Banc de grès sableux grossier à ciment calcaire	0 m. 90
16. Calcaire dur, blanc, Milioles, *Cardium*	1 m. 30

Epaisseur totale : 16 m. 62

Dans les quatre forages, les couches supérieures ont une composition presque identique avec des caractères locaux secondaires. La moins grande épaisseur du *niveau supérieur* dans le forage 30 s'accorde avec la position de ce forage sur un bombement. Dans tous ces cas, la masse calcaire supérieure se distingue nettement des couches sous-jacentes détritiques.

Partie moyenne

FORAGE 26 :

26, 27. Sable quartzeux gris pl. ou moins argileux.	9 m. 19
28. Calcaire pyriteux avec grande *Ostrea*	1 m. 68
29. Argile bleue avec lignite	0 m. 85
30. Grès quartzeux micacé	3 m. 18
31. Sable argileux grossier	1 m. 15
32. Calcaire blanc gris. Milioles. *Ostrea* roulés. . .	1 m. 85
33. Calcaire tendre argileux	2 m. 55
34. Calcaire dur	4 m. 03
35, 36, 37. Calcaire tendre argileux	9 m. 12
38. Sable quartzeux avec *Rotalia*	8 m. 25

Epaisseur totale : 41 m. 85

FORAGE 30 :

17. Marne noire avec taches blanches	6 m. 70
18. Sable quartzeux gris à gros grains	4 m. 10
19. Calcaire dur, quartz. *Anomia*, *Pecten*, Milioles.	0 m. 30
20. Marne noire avec graviers quartzeux	0 m. 45
21 à 25. Calcaire dur et tendre, quartz, *Ostrea* et marne sableuse noire avec grav. de quartz.	11 m. 95
26. Grès grossier quartzeux à ciment calcaire. Echinides	0 m. 80
27, 28. Calcaire tendre et grès coquillier. *Ostrea*, *Mytilus*, *Anomia*, Milioles	7 m. 20
29, 30, 31. Argile noire à *Ostrea* et grès dur	12 m. 50

Epaisseur totale : 44 mètres.

FORAGE 25 :

21. Grès quartzeux gris, *Alveolina*, Milioles, Mollusques	4 m. 60
22. Grès à ciment calcaire avec Milioles	3 m. 15
23. Grès dur avec *Ostrea* et *Anomia*	1 m. 40
24 à 27. Calcaire tendre et dur avec Milioles	9 m. 75
28, 29. Argile sableuse grise, verdâtre	1 m. 70
30. Graviers de quartz, pyrite, grande *Ostrea*	9 m. 50

Epaisseur totale : 30 m. 10

Dans ces trois forages, la partie moyenne du *Calcaire de Blaye* présente une grande similitude de composition.

A la base est une couche détritique sableuse d'une épaisseur de 8 m. 25 (f. 26), 11 m. 20 (f. 25) et 12 m. 50 (f. 30) ; viennent ensuite des bancs calcaires plus ou moins continus et enfin, au sommet, on trouve de nouveau des couches détritiques, grès, marnes et sables, d'une épaisseur de 16 m. 05 (f. 26), 12 m. 05 (f. 30) et 9 m. 15 (f. 25).

Cette succession représente trois épisodes de sédimentation. Dans l'ensemble, les couches ont un caractère littoral très marqué.

Partie inférieure

Le synchronisme des phases de la sédimentation se rétablit également pour la partie inférieure du *Calcaire de Blaye.*

FORAGE 26 :

39, 41. Calcaire tendre gris	7 m.
40, 42. Calcaire dur (deux bancs alternants)	0 m. 92
43. Sable quartzeux avec Milioles	0 m. 53
44. Calcaire dur	3 m. 55
45, 46. Calcaire tendre gris	11 m. 85
47. Calcaire dur, *Alveolina* et *Orbitolites*	1 m. 62
48. Calcaire tendre	8 m. 55
49. Calcaire dur, *Orbitolites, Alveolina*	0 m. 86
50, 51. Calcaire tendre gris argileux	27 m. 47
52, 53. Calcaire dur et sable noir quartzeux	1 m.
54. Calcaire tendre avec plaquettes dures	5 m. 45

Epaisseur totale : 68 m. 80

Ces dépôts indiquent une sédimentation calme sous une assez grande épaisseur d'eau (couches 45, 46, 48, 50, 51 : 47 m. 87).

Dans le forage 30 (Saint-André), des influences locales dues à la formation d'un bombement impriment aux couches un caractère plus littoral. La partie supérieure du *niveau inférieur* a été seulement traversée :

32. Calcaire compact gris à grains de quartz	0 m. 92
33. Calcaire tendre	0 m. 17
34. Grès grossier dur à ciment calcaire	1 m. 11
35. Calcaire argileux gris et argile sableuse à pyrite cubique et calcaire spathique	3 m. 30
36. Grès grossier à ciment calcaire	2 m. 70
37 à 40. Calcaire tendre avec un banc dur de 1 m. 80. *Alveolina* et *Haliterium*	11 m. 84

Epaisseur totale : 20 m. 04

En résumé, le Calcaire de Blaye *dans la région du Bourgeais*

comprend, comme dans le synclinal de Pauillac, *trois parties correspondant à trois phases de sédimentation.*

Sur la rive gauche, à 6 kilomètres au Sud de Bourg, le forage 29' de l'Ile de Pachan présente les mêmes caractères que ceux de Bourg et en particulier que le forage 26.

Le *niveau supérieur* est constitué, à partir de — 54 m. 40, par des bancs de calcaire miliolitique plus ou moins grossier, d'une épaisseur totale de 14 m. 75.

Le *niveau moyen* montre avec précision l'influence dominante des éléments détritiques, plus particulièrement dans la moitié supérieure, comme dans les forages du Bourgeais.

On trouve, à partir de — 69 m. 15 :

20. Argile sablonneuse	1 m. 20
21. Banc de calcaire compact	0 m. 65
22. Argile verte avec coquillages	2 m.
23. Argile et plaquettes de calcaire coquillier	1 m. 50
24, 25. Calcaire en plaquettes	7 m. 35
26. Argile verte compacte	1 m. 35
27. Calcaire tendre marneux	1 m. 70
28. Argile sablonneuse et lignite	2 m. 30
29. Banc de calcaire dur	0 m. 45
30. Argile et plaquettes calcaires	1 m. 28
31. Sable argileux et plaquettes calcaires	1 m. 27
32. Argile fine compacte	2 m.
33. Calcaire dur	1 m. 60
34. Sable argileux	1 m. 40
35. Calcaire dur et tendre	1 m. 75
36. Sable argileux	0 m. 95
37. Calcaire dur et tendre	1 m. 20
38. Sable argileux avec coquillages	3 m. 60
39. Calcaire dur et tendre	4 m. 60
40. Calcaire argileux coquillier	1 m. 80
41, 42, 43. Calcaire argileux et plaquettes plus dures	3 m. 95
44. Sable argileux	0 m. 60
45. Argile, marne et plaquettes calcaires	3 m. 15

L'ensemble de ces couches a une épaisseur de 47 m. 65

Enfin, le *niveau inférieur* comprend une succession uniforme, épaisse de 70 m. 60, de bancs de calcaire dur ou tendre, séparés par des niveaux marneux, argileux ou sableux. Le forage doit avoir atteint la base du *Calcaire de Blaye* à la profondeur de — 187 m. 40.

Vers le Sud, dans la direction du centre du *synclinal de Bordeaux* dans la région Bassens-Bruges, cette base se relève d'une trentaine de mètres. *Le synclinal que l'on a vu s'amorcer sur le flanc sud de l'*anticlinal Listrac-Blaye *se poursuit donc dans la région de Bourg et de Ludon, mais ne s'étend pas au Sud dans la région de*

Bordeaux. Il se développe au Sud-Est dans la direction de Libourne.

Bordure orientale, f. 55, *Libourne;* d'après le relevé de Benoist [71]. — Le *Calcaire de Blaye,* sous Libourne, est caractérisé par la présence de l'élément sableux dans toutes les assises : sables, calcaires sableux et grès calcaires. On se trouve ici près des rivages qui recevaient les apports détritiques. Les bancs de calcaire dur sont peu nombreux et peu épais : 0 m. 85 à — 160 m. 32, 0 m. 77 à — 161 m. 51, 1 m. 42 à — 164 m. 48, 0 m. 45 à — 176 mètres. On remarque que tous ces bancs appartiennent à la partie supérieure; ils représentent la masse calcaire du *niveau supérieur* des autres forages et expriment la tendance de cette période à la généralisation du facies calcaire.

Le facies littoral des assises inférieures de Libourne est encore accentué par des galets de « silex résinite » à — 202 mètres et — 204 m. 96, qui donnent une allure transgressive aux couches inférieures. La limite inférieure du *Calcaire de Blaye,* telle que la définit Benoist, au-dessous de la couche 79, à 232 mètres, est discutable. On trouve en effet plus bas la couche 81, de 9 m. 50, qui est encore constituée par un « calcaire sableux », lequel est le facies dominant de toute la formation.

On ne peut attribuer à cette couche une origine fluviatile, ni la considérer comme marine en la rapportant à l'Eocène inférieur.

De plus, elle repose sur des sables grossiers à lits de galets.

Pour ces différentes raisons, nous considérons que la couche 81 représente à 259 m. 25 de profondeur la base du Calcaire de Blaye, *ce qui donne à celui-ci une puissance de 86 m. 46.*

Dans la direction de Castillon, à 18 kilomètres à l'Est de Libourne, il devient impossible d'individualiser le *Calcaire de Blaye.* A Castillon, depuis 162 m. 25, profondeur où on pourrait commencer à le retrouver, on rencontre une succession de sables et d'argiles interrompue par des bancs de calcaire dur à 162 m. 25, 173 m. 62 et 200 mètres. La partie inférieure du forage traverse les couches suivantes :

Terrains argileux à parties dures	9 m. 15
Sable et argile noire	14 m. 88
Sables	10 m.
Argile verte sableuse	4 m.
Marne sableuse bleuâtre	1 m.

Ces dépôts doivent être partiellement fluviatiles; les bancs rocheux représentent des incursions marines passagères. *Le* Calcaire de Blaye *passe ainsi latéralement, au niveau de Castillon, aux sables d'origine fluviatile qui continuent les dépôts semblables de l'Eocène inférieur.*

Conclusion. — Dans la partie nord du *synclinal de Bordeaux,* la limite supérieure du *Calcaire de Blaye* reste horizontale sur une longue distance. On le trouve aux profondeurs suivantes :

Bourg :	Ambès :	Ludon :
f. 23 : — 56 m. 95	f. 27 : — 54 m.	f. 29 : — 51 m. 25
f. 24 : — 56 m. 12	f. 27' : — 52 m. 37	f. 29' : — 54 m. 40
f. 26 : — 53 m. 94	f. 28 : — 59 m.	f. 29'' : — 52 m.
	f. 28' : — 52 m. 07	

La partie supérieure du Calcaire de Blaye *forme donc sur une distance de 17 kilomètres, du Nord au Sud, une plateforme horizontale à une profondeur moyenne de — 55 mètres, tandis qu'en continuant vers le Nord, vers Blaye, elle se relève de 70 mètres, soit de — 55 mètres à + 15 mètres, pour former le flanc sud de l'*anticlinal Listrac-Blaye.

Vers l'Est, après un léger relèvement à Saint-André-de-Cubzac où la partie supérieure remonte à — 37 m. 38 (f. 30), les couches s'enfoncent dans la direction de Libourne où elles n'ont été atteintes qu'à — 154 m. 79, soit 100 mètres plus bas que sur l'alignement Bourg-Bassens. La région du Libournais a donc subi un enfoncement important.

L'épaisseur du *Calcaire de Blaye,* dans la partie nord du *synclinal de Bordeaux,* est partout supérieure à 100 mètres. Elle varie de 112 mètres à Bruges et 110 mètres à Bassens à 131 mètres à Bourg (f. 26). Elle n'est plus que de 86 m. 46 à Libourne. Le *Calcaire de Blaye* se termine en biseau au delà de Libourne vers Castillon en passant à des dépôts continentaux.

Quelques remarques importantes peuvent être faites dans les relevés des forages de cette région. On constate d'abord que les grains de quartz se rencontrent dans toutes les parties de la formation; ils sont plus particulièrement fréquents dans les bancs de calcaire dur et deviennent moins abondants dans la partie inférieure. Dans le forage 26 à Bourg, les calcaires à grains de quartz se rencontrent aux profondeurs suivantes : — 54 m. 27, — 65 m. 86, — 98 m. 83, — 100 m. 23, — 120 m. 45, — 133 m. 70, — 140 m. 05, — 150 m. 22, — 179 m. 55.

La fréquence de lignites, de pyrites et d'*Ostrea* indique des dépôts de mer peu profonde; c'est principalement dans la

partie moyenne et dans la partie supérieure qu'on les rencontre.

Enfin, *Alveolina elongata* se trouve à tous les niveaux. Dans le forage 30 l'espèce est signalée dans la couche 9 *bis*, à — 37 m. 38 et dans la couche 38, à — 112 mètres. Dans le forage 26 elle est à — 140 mètres et dans le forage de Libourne, à — 164 mètres, — 182 mètres, — 198 mètres et — 201 mètres.

Les résultats obtenus par l'étude des forages caractéristiques de la région nord du *synclinal de Bordeaux* et du flanc sud de l'*anticlinal Listrac-Blaye* peuvent être résumés dans le tableau suivant :

Calcaire de Blaye	f. 21' Chateau Brown	f. 20' Chateau Margaux	f. 22 Ile du Nord	f. 26 Bourg	f. 29' Ile de Pachan
Limite supérieure à. . . .	— 2m 10	— 5m 26	— 10m	— 53m 94	— 54m 40
Epaisseurs :					
Niveau supérieur : . .	16m 78	15m 86	20m 60	20m 41	14m 75
Niveau moyen	15m 06	17m	26m 10	41m	47m 65
Niveau inférieur	38m 73	59m 88	47m 42	68m 80	70m 60
Epaisseur totale	70m 57	92m 74	94m 12	130m 21	133m
Base	— 72m 67	— 98m	— 106m 12	— 183m 94	— 187m 40

L'épaisseur et la profondeur des différents niveaux montrent que le Calcaire de Blaye, dans les deux derniers forages, est plus puissant et se trouve plus bas que dans les trois autres. Il occupe par conséquent dans la région de Bourg et de Ludon une zone synclinale.

Le *niveau inférieur*, dans tous les forages, constitue à lui seul la moitié environ de la formation. Ce caractère est constant dans tout le *synclinal girondin*.

La différence de puissance qu'on observe dans ces cinq forages provient exclusivement des niveaux moyen et inférieur. Cela revient à dire que la formation de la zone synclinale, de direction nord-est, qui affecte la partie nord du synclinal de Bordeaux, *s'est poursuivie jusqu'à la fin du* niveau moyen *et que la subsidence a été plus intense dans la région de Bourg que dans celle de Margaux.*

Ces phénomènes de subsidence ont subi une interruption

pendant le dépôt du niveau supérieur. *Celui-ci, avec son facies identique et une épaisseur qui varie peu de Margaux à Bourg, indique des conditions uniformes de sédimentation.*

La partie nord du *synclinal de Bordeaux*, de Bourg à Ludon, se prête admirablement à l'étude du régime des eaux artésiennes du *Calcaire de Blaye*. Celui-ci est en effet traversé dans cette région, partiellement ou en totalité, par vingt-cinq forages, très rapprochés les uns des autres.

A Ludon, la comparaison de la partie supérieure, dans les forages 29 et 29', distants de 1 km. 500, montre la continuité d'ensemble des facies et la discontinuité des nappes aquifères.

FORAGE 29 (Coulomb) :	Épaisseur	Profondeur
Calcaire dur et tendre	14 m. 75	— 72 m. 15
Argile sableuse	1 m. 20	— 73 m. 35
Calcaire très dur	0 m. 65	— 74 m.
Argile verte et coquillages	2 m.	— 76 m.
FORAGE 29' (Pachan) :		
Calcaire dur et tendre	16 m. 85	— 71 m. 10
Grès sableux	2 m. 90	— 74 m.
Calcaire très dur	0 m. 95	— 74 m. 95
Sable gris	1 m. 05	— 76 m.

Dans le premier forage, des nappes jaillissantes ont été rencontrées à — 68 mètres (10 litres), — 73 mètres (35 litres), — 85 mètres (60 litres), — 110 mètres (80 litres). Ces nappes ne se trouvent pas dans le second, lequel en revanche présente un niveau jaillissant dans la couche à *Ostrea cucullaris* à — 50 mètres.

Deux autres forages s'alimentent dans cette petite nappe à — 53 mètres et — 47 mètres.

Les mêmes variations s'observent dans les nombreux forages de Macau. Dans l'Ile de Macau, qui continue vers le Nord l'Ile de Pachan, sept forages alignés sur 3 kilomètres, en direction NO-SE, ont atteint respectivement des niveaux aquifères jaillissants aux profondeurs de — 67 mètres, — 75 mètres, — 93 mètres, — 94 mètres, — 101 mètres, — 103 mètres, — 117 mètres.

Sur l'autre rive, à Bourg, des niveaux aquifères se rencontrent, selon les forages, à :

f. 26 : — 61 mètres (40 litres), — 74 m. 35 (300 litres), — 128 m. 20 (480 litres).
f. 24 : — 87 mètres (150 litres).
f. 25 : — 70 mètres (28 litres), — 96 mètres (82 litres).

Les premiers niveaux jaillisants se trouvent dans les calcaires

compacts du *niveau supérieur :* il s'agit alors des eaux de circulation souterraine dans des bancs fissurés.

Les autres niveaux, les plus fréquents, sont dans les couches sableuses détritiques du *niveau moyen,* de — 75 mètres à — 110 mètres.

En réalité, il n'y a là qu'une seule nappe dont la continuité est interrompue par les variations de facies, lesquelles sont très nombreuses et à des distances très rapprochées.

Un forage peut traverser des couches stériles tandis qu'un autre, très voisin, peut couper des couches détritiques en relation avec le réseau des couches perméables. Le débit obtenu dépend de l'importance de ces relations. En général, il ne dépasse pas 100 litres à la minute, mais il peut atteindre 300 litres.

Pour avoir de plus grands débits dans cette région, il faut atteindre les *Sables inférieurs :* 1.800 litres à Bourg, 1.200 litres à l'Ile du Nord, aux profondeurs respectives de — 185 mètres et — 125 mètres.

Partie centrale : région de Bordeaux

Le *Calcaire de Blaye* est bien connu par les anciens forages des Docks et du Parc Bordelais. Mais avec de nombreux forages récents, on obtient de nouvelles précisions.

Rive droite (forages 31, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 40', 41)

Le tableau ci-dessous donne une idée exacte des limites et de la puissance du *Calcaire de Blaye,* de Bruges à La Bastide :

Forages	Limite supre	Limite infre	Épaisseur
31	— 54 m.	— 160 m.	— 106 m.
32	— 45 m.	157 m.	— 112 m.
34	— 74 m. 01	— 187 m. 86	— 113 m. 85
35	— 68 m. 70	— 210 m.	— 141 m. 30
36	— 69 m. 25	— 211 m. 10	— 141 m. 85
37	— 76 m. 15	— 199 m. 85	— 123 m. 70
38	81 m. 65	— 210 m.	— 128 m. 35
39	— 80 m. 90	— 216 m. 30	— 135 m. 40
40	— 75 m. 50	— 216 m. 25	— 140 m. 75

Les deux premiers forages jalonnent la bordure de la plateforme horizontale qui s'étend jusqu'à Bourg. Les suivants montrent la reprise des pendages vers le Sud. Le caractère dominant est l'augmentation très rapide de la profondeur et de l'épaisseur en allant de Bruges à la Garonne vers le SE et de Bassens à La Bastide vers le Sud. *Le forage 34, des Docks, représente un terme intermédiaire*

et non, comme on le pensait, le type du Calcaire de Blaye *de la rive droite.* En effet, à La Bastide, on trouve une nouvelle interruption des pendages avec le *Calcaire de Blaye* situé plus bas et plus puissant. Les limites supérieure et inférieure sont là à la profondeur moyenne de — 80 mètres et — 210 mètres, ce qui donne à la formation une épaisseur moyenne de 130 mètres.

Description des couches. — Etant donné le caractère incomplet des relevés des forages, il est impossible de suivre avec précision la succession des couches. Nous retiendrons seulement ceux qui donnent à cet égard le plus de garanties ou ceux que nous avons pu contrôler nous-même.

Bassens (f. 31) :

1. Bancs de calcaire dur et tendre	18 m. 50
2. Sables, marnes et calcaires tendres	17 m. 50
3. Alternance de bancs calcaires et sable	70 m.

Bordeaux (f. 38) :

Les bancs calcaires dominent sur une vingtaine de mètres. Ils sont suivis de 3 mètres de marne verte et d'une alternance de bancs calcaires et d'argile grise ou jaune.

Bordeaux (f. 36) :

Calcaires durs et tendres	16 m. 75
Argile grise, calcaires et roches diverses	40 m. 16
Alternance de bancs calcaires durs et de calcaire marneux	63 m. 50
Calcaire en plaquettes, argile, sable	21 m. 50

Bordeaux (f. 39) :

20. Bancs et rognons de calcaire gris avec veines d'argile et sable argileux	41 m. 30
21, 22, 23. Sable grossier, argile jaune et grisâtre, bancs calcaires peu épais	20 m. 80
24. Calcaire gris blanchâtre dur et tendre	22 m.
25. Calcaire gris dur et tendre et argile marneuse.	51 m. 30

Bien que le classement des assises ait été fait d'une manière variable, on remarque une fois de plus la constance d'une masse calcaire à la partie supérieure.

Au point de vue faunique et lithologique, il y a intérêt à examiner en détail les échantillons provenant du forage Thomson, La Bastide (profondeurs non relevées).

15. Calcaire quartzeux, Echninides, Foraminifères.
16, 17, 18. Calcaire à grains de quartz, Echinides, Foraminifères.
19, 20. Calcaire sableux, argile, quartz.
21. Argile sableuse bleuâtre.

22. Calcaire gris, quartz, *Scutellina sp.*, *Fibularia.*
23. Calcaire tendre, marneux, bleuâtre, quartz.
24. Calcaire quartzeux, *Orbitolites complanatus*, Echinides, petites Nummulites.
25. Marne argileuse à grains de quartz, pyrite.
26, 27. Calcaire tendre à Milioles, petites Nummulites, grandes Huîtres, *Echinodiscus marginalis, Scutellina blaviensis, Fibularia, Echinolampas* (fragments), *Rotalia.*
28. Argile sableuse bleuâtre.
29. Calcaire tendre argileux.
30. Calcaire dur à *Alveolina elongata, Rotalia.*
31. Calcaire sableux, quartzeux, Echinides, Huîtres, osselets d'*Asteris*, Milioles, petites Nummulites, *Rotalia.*
32. Sable argileux, gravier, de 1 à 3 centimètres, galets.
33, 34. Calcaire à Milioles, glauconieux, marneux, grisâtre : Huîtres, Pectens, Echinides.
35. Argile bleuâtre fine, ligniteuse.
36, 37, 38, 39. Calcaire plus ou moins marneux, pyrite, Echinides, *Orbitolites complanatus, Alveolina elongata.*
40. Marne bleuâtre, grains de quartz.
41. Marne blanche, *Alveolina elongata.*
42, 43. Calcaire sableux et argileux à *Alveolina elongata.*
44, 45, 46. Calcaire sableux à Milioles, *Rotalia.*
47, 48, 49, 50. Calcaire tendre argileux ou marneux à Milioles.
51. Calcaire dur blanc : Milioles, Echinides, *Alveolina elongata.*
52. Argile bleue sableuse.
53, 54, 55. Calcaire tendre sableux à Milioles, *Rotalia.*
56. Marne blanche calcaire.
57. Calcaire dur : Mollusques, *Alveolina elongata.*
58. Calcaire sableux : Echinides, *Alveolina elongata.*
59. Marne sableuse : *Alveolina elongata, N. uroniensis, Terebratulina tenuistriata.*
60, 61. Marnes calcaires.
62. Calcaire blanc dur.
63. Calcaire marneux.
64. Sable grossier à *N. aquitanicus girondicus* de l'Eocène inférieur.

Après le facies calcaire de la partie supérieure viennent des couches plus détritiques caractérisées par les Huîtres, les galets et les graviers de la couche 32. La partie inférieure indique une sédimentation plus calme dans des eaux plus profondes.

On y trouve l'association *N. uroniensis, Alveolina elongata* qui a été déjà rencontrée à Lamarque, à la base, dans une position identique. Enfin, les petites Nummulites, dans la partie supérieure, dont une granuleuse et une radiée, sont à retenir.

Rive gauche

Le type de ces forages est celui du Parc Bordelais. Il a fourni des

renseignements importants, mais il a donné lieu également à des généralisations hâtives.

Benoist [38, p. 10] en donne le résumé suivant : « ... à la profondeur de 225 mètres, le calcaire rempli de Rhizopodes est assez tendre, bleuâtre et pyriteux; il contient de nombreux Brachiopodes, *Terebratulina tenuistriata, Delbosi* et peut-être deux espèces d'*Argiope,* une espèce de Nummulites assez petite, très voisine ou une variété de *Guettardi.*

« ... A 314 mètres le calcaire, qui précédemment était devenu très dur, redevient plus tendre, gris bleuâtre, et contient une forte proportion de grains quartzeux. On rencontre en abondance *Nummulites biarritzensis, perforata, Lucasana, scabra, Assilina mamillata* et *granulosa,* un petit polypier, abondance de *Rotalia, Biloculina, Triloculina, Globigerina...* etc., et de nombreuses *Alveolina elongata.* Dans les couches les plus basses apparaît un petit Echinide du genre *Lenita,* voisin du *patellaris.* Ces couches calcaires, à la profondeur de 346 mètres, deviennent entièrement siliceuses... »

Avant toute interprétation il convient de rappeler que, d'après H. Douvillé, il faut voir dans les Nummulites : *N. atacicus* pour *biarritzensis, N. subatacicus* pour *N. Guettardi, N. uroniensis* pour *N. perforatus.*

Ces corrections faites, on peut constater de nouveau que l'association *N. uroniensis, Alveolina elongata,* se retrouve encore dans la même position que sur la rive droite (couche 59, forage Thomson) et qu'à Lamarque (couche 18, forage 15).

Ce niveau inférieur du Parc Bordelais a 30 m. 50 d'épaisseur.

Il est surmonté par des marnes et des calcaires friables d'une puissance de 61 mètres. Au-dessus (c. 12), sont des calcaires plus ou moins sableux à grains de quartz d'une puissance de 66 m. 50. Enfin la partie supérieure est constituée par des bancs de calcaire compact qui ont ensemble 23 m. 66.

Les trois divisions du *Calcaire de Blaye* se retrouvent donc ici :

Niveau supérieur, c. 11 : 23 m. 66 de — 144 m. 80 à — 168 m. 45.
Niveau moyen, c. 12 : 66 m. 50 de — 168 m. 45 à — 234 m. 95.
Niveau inférieur, c. 13 : 91 m. 30 de — 234 m. 95 à — 326 m. 25.

Le forage de Bègles (f. 45), relevé également par Benoist, présente une série voisine de celle du Parc; la partie supérieure est formée d'un niveau calcaire de 18 m. 50 d'épaisseur. Il convient cependant de faire des réserves sur la classification des couches. Il y aurait en effet, d'après Benoist, disparition des assises à *Ostrea cucullaris* et du *Calcaire lacustre de Plassac* et développement excessif du *Calcaire de Saint-Estèphe* qui atteindrait là une puissance de 132 mètres. Bien que l'on soupçonne sous Bordeaux un accident tectonique, celui-ci ne pourrait produire des décalages et

des lacunes de cette importance. L'interprétation des couches doit être fautive.

Le forage 42 de la raffinerie Henri Frugès, quai Sainte-Croix, montre d'une façon nette où réside l'erreur d'interprétation. Ce forage a été effectué par J. T. Billiot, qui en a publié le relevé en 1898, en s'inspirant des conceptions de Benoist. Billiot donne le classement des couches suivant :

1. Calcaire à Astéries	30 m.	
2. Mollasse du Fronsadais	31 m. 68	
3. Calcaire à *Anomia girondica* ...	20 m. 45	
4. Argile à *Palæotherium*	38 m. 75	117 m. 75
5. Argile à *Ostrea bersonensis*	29 m. 20	
6. Calcaire à *Sismondia*	49 m. 80	
7. Calcaire à *Alveolina*	112 m. 50	

Les groupes 4, 5 et 6 de cette série, *placés ici en succession, constituent en réalité, ainsi que le montrera l'étude de l'Eocène supérieur, des facies d'un même étage.* D'autre part, le *Calcaire de Saint-Estèphe* obtient dans cette distribution une puissance et un facies calcaire qu'il ne possède dans aucun des nombreux forages de la région de Bordeaux.

Les calcaires durs à Echinides et *Ostrea* du groupe 6 appartiennent en réalité à la formation de Blaye. Les marnes grises avec les intercalations de bancs calcaires pyriteux du groupe 5, représentent l'étage suivant (c. à *Ostrea cucullaris*), *caractérisé dans tous les forages de la région de Bordeaux par la constance de ce facies et des pyrites.* Il y a là un bon repère.

Les couches doivent donc être réparties de la manière suivante :

f. 42 :

1. Calcaire à Astéries	30 m.	jusqu'à —	33 m. 27
2. Mollasse du Fronsadais	31 m. 68	— —	64 m. 95
3. Couches à Anomies	20 m. 45	— —	85 m. 40
4. Argiles à *Palæotherium* et argiles de Plassac	38 m. 75	—	124 m. 15
5. Couches à *Ostrea cucullaris*	24 m. 72	— —	148 m. 87
6, 7. Calcaire de Blaye	166 m. 88	— —	315 m. 75

f. 44 (Parc) :

1. Calcaire à Astéries	36 m. 60	jusqu'à —	36 m. 60
2. Mollasse du Fronsadais	32 m. 50	—	69 m. 10
3. Couches à Anomies	17 m. 90	— —	87 m.
4. Argiles à *Palæotherium* et argiles de Plassac	34 m.	— —	121 m.
5. Couches à *Ostrea cucullaris*	23 m. 80	— —	144 m. 80
6, 7. Calcaire de Blaye	181 m. 45	— —	326 m. 25

La concordance frappante qui se manifeste entre les groupes des dépôts est un argument en faveur du classement qu'il faut donner aux couches du forage 42.

On peut trouver un autre argument indirect dans la puissance même de la formation : nous avons vu, dans toutes les régions, qu'il y a un rapport étroit entre la limite inférieure et la limite supérieure de la formation. Si l'on connaît dans une région plusieurs forages et que, dans un nouveau, on trouve à la même profondeur la limite supérieure, la limite inférieure sera très voisine de celle qui a été rencontrée dans les autres forages. Inversement nous constatons ici que dans les deux forages du Parc et du quai Sainte-Croix, la limite inférieure est sensiblement à la même profondeur (— 326 m. 46 et — 315 m. 75). On concevrait difficilement un mouvement tectonique qui aurait produit en ce seul point, l'abaissement de la limite supérieure de — 144 m. 80 au Parc à — 203 m. 15 quai Sainte-Croix. Tout redevient normal en rattachant le groupe 6 à la formation de Blaye : la limite supérieure est alors portée à — 148 m. 87.

Ce forage, situé sur la rive même du fleuve, se trouve le plus rapproché de la rive droite. Il y a donc intérêt à citer la succession des couches traversées.

Succession des couches du forage 42 (d'après Billiot) :

55, 56, 57. Calcaire dur, gris, avec *Ostrea* et Echinides	7 m. 33	32 m. 98
58. Sable gris	2 m. 80	
59. Calcaire tendre avec *Ostrea*	6 m. 55	
60 à 65. Calcaire dur, gris, avec *Ostrea* et Echin.	16 m. 30	
66. Marne grise	4 m. 30	53 m. 13
67. Calcaire gris avec *Ostrea* et Echinides	0 m. 95	
68. Sable aggloméré jaunâtre	0 m. 85	
69. Calcaire avec *Ostrea*	1 m. 85	
70. Marne grise	1 m. 30	
71. Calcaire dur	1 m. 15	
72. Marne grise	4 m. 85	
73. Calcaire dur	0 m. 55	
74. Sable aggloméré	2 m. 50	
75. Calcaire dur avec *Ostrea*	2 m. 55	
76. Marne jaune	1 m. 55	
77, 78. Calcaire tendre et dur	2 m. 27	
79. Sable fin micacé	0 m. 68	
80. Calcaire blanc	0 m. 94	
81. Marne gris clair	0 m. 57	
82. Calcaires, coquilles avec silex	1 m. 42	
83. Sable aggloméré	3 m. 80	
84 à 92. Calcaire tendre avec bancs durs, *Ostrea*, Echinides, Coquilles, Foraminifères	21 m. 05	

93, 94. Argile jaune	12 m. 15	56 m. 52
95. Calcaire dur	0 m. 70	
96. Argile grise fine	2 m. 07	
97, 98. Calcaire dur et calc. avec Foraminifères.	7 m. 45	
99, 100. Argile grise fine	27 m. 95	
101. Calcaire dur	0 m. 26	
102. Sable	0 m. 90	
103 à 105. Calcaire avec Foraminifères	5 m. 14	
106 à 109. Marne grise	10 m. 40	24 m. 25
110. Calcaire avec Foraminifères	0 m. 45	
111. Marne grise	2 m. 90	
112. Calcaire avec Foraminifères	1 m. 85	
113. Marne grise	2 m. 90	
114, 115. Calcaire à Foraminifères avec *Alveolina elongata*	5 m. 75	

Les couches se répartissent, d'après leur composition, de la manière suivante :

Niveau supérieur. — Calcaires compacts gris à *Ostrea* et Echinides comme dans le forage Thomson de la rive droite. Epaisseur : 32 m. 98.

Niveau moyen. — A la partie supérieure dominent les éléments sableux et marneux (20 m. 40 sur 31 m. 60) et à la partie inférieure les calcaires tendres. L'ensemble de ces couches a une épaisseur de 53 m. 13 (Parc : 66 m. 50).

Niveau inférieur. — La partie supérieure est caractérisée par le facies argileux qui tranche nettement sur les couches qui la surmontent. Les argiles grises fines, indiquant une mer assez profonde, occupent 43 m. 45 sur 56 m. 62. Il y a seulement quatre intercalations calcaires dont deux assez importantes (7 m. 45 et 5 m. 14). Ces couches correspondent aux couches tendres marneuses du Parc (13, 14 : 61 mètres). La partie inférieure, qui a 24 m. 25, est constituée principalement par des marnes grises (16 m. 20) avec trois bancs calcaires (8 m. 05). L'ensemble des couches du *niveau inférieur*, caractérisé par la prédominance de facies argileux, a une épaisseur totale de 80 m. 87 (Parc : 91 m. 50).

Dans les forages profonds qui se trouvent encore dans la partie sud de Bordeaux, dans la région de Bègles, la limite inférieure du *Calcaire de Blaye* est atteinte aux profondeurs suivantes : f. 43 — 295 m. 80, f. 46 — 292 mètres, f. 45 — 281 mètres.

La limite supérieure est moins précise. En donnant au *Calcaire de Blaye*, à Bègles, une puissance de 132 mètres, Benoist la place à — 175 mètres.

Dans le forage 43, les calcaires miliolitiques compacts ne se rencontrent qu'à la profondeur de — 186 m. 61. Au-dessus, jusqu'à — 157 m. 65, on trouve un ensemble de couches marneuses et cal-

caires de signification incertaine. Dans un autre forage voisin, cet ensemble, formé de marnes argileuses noirâtres et de bancs calcaires, surmonte, à partir de — 178 m. 74, une masse de calcaire compact de 124 mètres d'épaisseur.

Les forages de la région située au Sud de Bordeaux présentent donc, au-dessus du *Calcaire de Blaye* indiscutable, un système de couches d'une épaisseur moyenne de 25 mètres qui peut, soit représenter le *niveau supérieur* de ce Calcaire, soit appartenir à une formation plus récente.

Dans l'état actuel des connaissances il est impossible de choisir entre ces deux solutions, et de faire intervenir par conséquent ces forages dans les discussions sur la stratigraphie et la tectonique de cette partie du *synclinal girondin.*

En résumé, dans la région de Bordeaux, le Calcaire de Blaye *est caractérisé par un accroissement d'épaisseur et par la présence des trois niveaux distingués dans les autres parties du bassin. De plus, il est plus élevé sur la rive droite que sur la rive gauche.*

Les différences de niveau sont cependant moins importantes pour la limite supérieure que pour la limite inférieure.

Ce fait, rapproché de l'existence sur les deux rives des mêmes niveaux et des mêmes facies, montre que l'accident tectonique situé sous Bordeaux est dû à une déformation du synclinal, en partie contemporaine du dépôt du Calcaire de Blaye.

Partie occidentale du synclinal de Bordeaux (forage des Abatilles, à Arcachon)

A l'Ouest de Bordeaux les forages ne dépassent pas les terrains appartenant au Miocène ou à l'Oligocène. Il faut arriver à Arcachon, à 60 kilomètres de Bordeaux, pour retrouver, aux Abatilles, des couches équivalentes au *Calcaire de Blaye.*

A partir de 403 m. 50 jusqu'au fond du forage, à 464 m. 50, on a traversé une succession uniforme de calcaires gris glauconieux, durs ou tendres, dans lesquels il est impossible de distinguer avec précision des niveaux différents.

Dans la partie inférieure du forage, de 454 mètres à 464 m. 50, le calcaire gris renferme de nombreux Foraminifères que M. Viennot a rapportés aux espèces suivantes : *Num. atacicus, N. perforatus* (= *aturicus*), *N. millecaput* (= *complanatus*), *Ass. spira, Ass. exponens.*

La présence de ces espèces, à Arcachon, montre que la faune de Nummulites des synclinaux du Sud du Bassin d'Aquitaine avait

envahi le synclinal girondin *mais qu'elle était restée éloignée des rivages.*

Les calcaires gris d'Arcachon constituent un dépôt de mer assez profonde tandis que ceux des deux rives de la Gironde et de la Garonne, que nous avons étudiés jusqu'ici, se sont formés sur une bordure littorale.

La faune de Nummulites des Abatilles constitue une association qu'on rencontre dans les Landes à la base du Lutétien supérieur.

Dans le forage, *N. striatus* de l'Eocène supérieur apparaît à 403 m. 50. On peut donc considérer que les couches situées entre 403 m. 50 et 454 mètres peuvent encore appartenir à l'Eocène moyen et représenter le Lutétien supérieur.

Le forage des Abatilles permet de connaître l'inclinaison des couches vers l'Ouest, donc de mieux comprendre la structure profonde du *synclinal girondin.*

Un élément important de cette structure est donné par la limite supérieure du *Calcaire de Blaye* qui se trouve, dans l'axe du *synclinal de Bordeaux,* aux profondeurs suivantes : — 154 m. 79 (Libourne, f. 55), — 80 m. 90 (Bordeaux, rive droite, f. 39), — 148 m. 87 (Bordeaux, rive gauche, f. 42), — 447 mètres (Arcachon, f. 56).

Cette ligne met en relief le synclinal de Libourne, la zone anticlinale de Bordeaux (rive droite) et le synclinal profond d'Arcachon.

Partie sud du synclinal de Bordeaux : vallée de la Garonne de Bordeaux a Langon (forages 50, 51, 52, 53)

Les forages de Portets, Rions et Cadillac (50, 52, 53) appartiennent à un même type. Sur leur alignement le *Calcaire de Blaye* est horizontal et possède une puissance moyenne de 65 mètres, soit 60 m. 57, 69 m. 25 et 61 mètres. On le rencontre à — 136 m. 22 (f. 50), — 128 m. 40 (f. 52), — 131 m. 15 (f. 53) et il se termine à — 196 m. 79 (f. 50), — 197 m. 65 (f. 52), — 192 m. 15 (f. 53).

Forage de Cadillac (f. 53)

Au-dessous d'un dépôt détritique, renfermant des rognons calcaires roulés, le *Calcaire de Blaye* commence par des bancs de 7 m. 15 de calcaire dur, coupés de veines tendres (couche 21). Le facies calcaire de la partie supérieure se retrouve donc encore dans cette région. On traverse ensuite la succession suivante :

	C. ARG. SABL.	C. CALC.
22. Argile sableuse	0 m. 50	
23. Calcaire très dur, quartzeux		1 m. 10
24. Argile fine plastique collante	1 m. 20	
25. Calcaire avec veines de sable		3 m. 70
26. Argile sableuse	2 m. 55	
27. Calcaire dur et tendre		2 m. 65
28. Argile sableuse collante	3 m. 80	
29. Calcaire dur et tendre avec veines de sable et d'argile collante		27 m.
30 Argile et sable noirâtre	4 m. 75	
31. Calcaire dur et tendre		3 m. 30
32. Argile sableuse collante	2 m. 80	
33. Grès calcaire très dur		0 m. 60
Epaisseur	15 m. 60	38 m. 35

On ne peut établir aucune division dans cette succession. Cependant on constate que dans la partie supérieure, sur 15 m. 50, les bancs argileux occupent 8 m. 05 tandis que le facies calcaire est ensuite constant sur une grandeur épaisseur. Il y a une correspondance, lointaine, avec ce que nous avons vu dans les forages de la région de Bourg et du synclinal de Pauillac.

L'importance de l'élément argileux montre que la région de Cadillac se trouvait éloignée de toute masse continentale et qu'elle ne recevait que les éléments fins du grand golfe du Libournais.

La faible puissance relative des dépôts indique aussi que la région qui nous occupe se trouvait en dehors du synclinal de Bordeaux *et sur le flanc nord de l'*anticlinal de Villagrains-Landiras. Il n'est pas certain cependant que ce flanc nord se soit développé normalement. Benoist a déjà fait connaître les caractères particuliers du forage de Lestiac (f. 51) situé sur l'autre rive de la Garonne en face de celui de Portets, dans lequel la base du *Calcaire de Blaye* est à — 97 m. 22 au lieu de — 196 m. 79 à Portets et la limite supérieure à — 82 m. 94, au lieu de — 136 m. 22 à Portets.

La différence entre les deux limites, dans ces deux forages voisins, est donc de 100 mètres pour la limite inférieure et 54 m. 72 pour la limite supérieure. Ce décalage important sur une faible distance ne peut s'expliquer que par un accident tectonique, flexure accentuée ou faille.

Conclusions

Le *Calcaire de Blaye* a été observé en Gironde dans une large bande de 140 kilomètres de long sur 30 kilomètres de large orientée NO-SE. Il correspond à la seconde phase de remplissage du *synclinal girondin*. Ses limites générales sont donc

sensiblement celles du synclinal. La puissance du *Calcaire de Blaye* va croissant des bordures vers le centre du synclinal, pour atteindre sous Bordeaux 180 mètres. Au delà de la bande étudiée en se dirigeant vers le Sud-Ouest, la formation se poursuit en profondeur sous les dépôts plus récents. *Par sa position, ainsi que par sa composition et sa puissance, le* Calcaire de Blaye *constitue le squelette profond du département de la Gironde.*

Les limites

Limite inférieure. — Dans tous les forages où nous avons pu faire porter l'observation sur de bons échantillons, *nous avons constaté une opposition tranchée entre les* Sables inférieurs *et le* Calcaire de Blaye : aux sables siliceux grossiers à *N. aquitanicus* se superposent, directement ou par l'intermédiaire d'une couche conglomératique, les calcaires ou les marnes de la formation de Blaye. *Il y a donc là un fait d'ordre général. Le remplacement d'un dépôt siliceux grossier, indiquant un bassin peu profond en voie de comblement, par un dépôt marno-calcaire à éléments fins, marque un approfondissement brusque du bassin. Au point de vue paléontologique, la limite inférieure correspond à la disparition de* N. aquitanicus *avec la dernière couche siliceuse.*

Limite supérieure. — Sur tous les points observés du bassin, la limite supérieure est marquée par l'arrêt brusque de la sédimentation calcaire.

Au point de vue paléontologique, la fin du dépôt est caractérisée encore par la disparition générale de la faune, qui était arrivée à prendre, dans les dernières couches, un bel épanouissement. Le *Calcaire de Blaye* est donc bien défini : il présente tous les caractères d'un ensemble homogène appartenant à un même étage géologique.

Les facies : divisions

Le *Calcaire de Blaye* est composé de couches très hétérogènes. D'une manière générale, les éléments détritiques siliceux dominent sur la bordure est et nord-est. Ils pénètrent d'abord toutes les couches, puis se limitent en bancs plus ou moins épais; en s'éloignant vers le Sud-Ouest, ils passent peu à peu à des éléments plus fins : marnes sableuses, marnes argileuses et argiles fines. Le facies « calcaire sableux » domine dans la

région de Libourne; les alternances des couches sableuses et calcaires s'observent dans les régions de Bourg et de Pauillac avec prédominance des calcaires dans le Médoc; les calcaires marneux et les argiles se développent vers le Sud-Ouest dans le centre du synclinal.

Dans tous les forages, la succession des couches présente un ordre semblable, indiquant que tous les points du bassin ont été soumis à certains moments à des conditions identiques.

Le *Calcaire de Blaye* débute par des couches épaisses de dépôts fins qui indiquent une sédimentation calme dans une mer assez profonde. Cet épisode comprend environ la moitié de l'épaisseur de la formation; nous en avons fait le *niveau inférieur.*

Puis viennent des couches très variées. Après un dépôt assez général de calcaire plus dur, on voit les bancs calcaires, de plus en plus réduits en épaisseur, céder la place à des dépôts détritiques, principalement sableux, qui gagnent jusqu'au centre du synclinal. Sables grossiers et petits galets, lignites, grandes Huîtres roulées et perforées, indiquent un mouvement d'émersion accentué. Nous avons fait de cet ensemble le *niveau moyen.*

Enfin le facies calcaire se généralise à nouveau dans tout le bassin. Il ne s'agit pas de calcaires massifs, mais de bancs calcaires tantôt durs, tantôt tendres, tantôt même séparés par de minces couches marneuses ou sableuses. Ces bancs ne sont pas continus, les couches passent les unes aux autres à des distances très rapprochées et sans ordre apparent. Cependant, les éléments détritiques apparaissent rarement dans le massif calcaire constitué par les dernières couches, au sommet de la formation. *Ce sont ces dernières couches qui sont seules connues dans les affleurements et qui renferment une riche faune de Mollusques et d'Echinides.* Nous avons appelé ce nouvel ensemble le *niveau supérieur.*

Les trois niveaux distingués dans le *Calcaire de Blaye* constitueront respectivement les zones IV, V et VI de l'échelle stratigraphique de la Gironde.

La répartition des facies se trouve représentée dans les deux coupes ci-contre (fig. 5).

Il faut remarquer que le terme *niveau* ne doit pas être pris dans un sens absolu : on ne peut pas dire qu'il y ait correspondance complète d'une région à une autre. Il est même

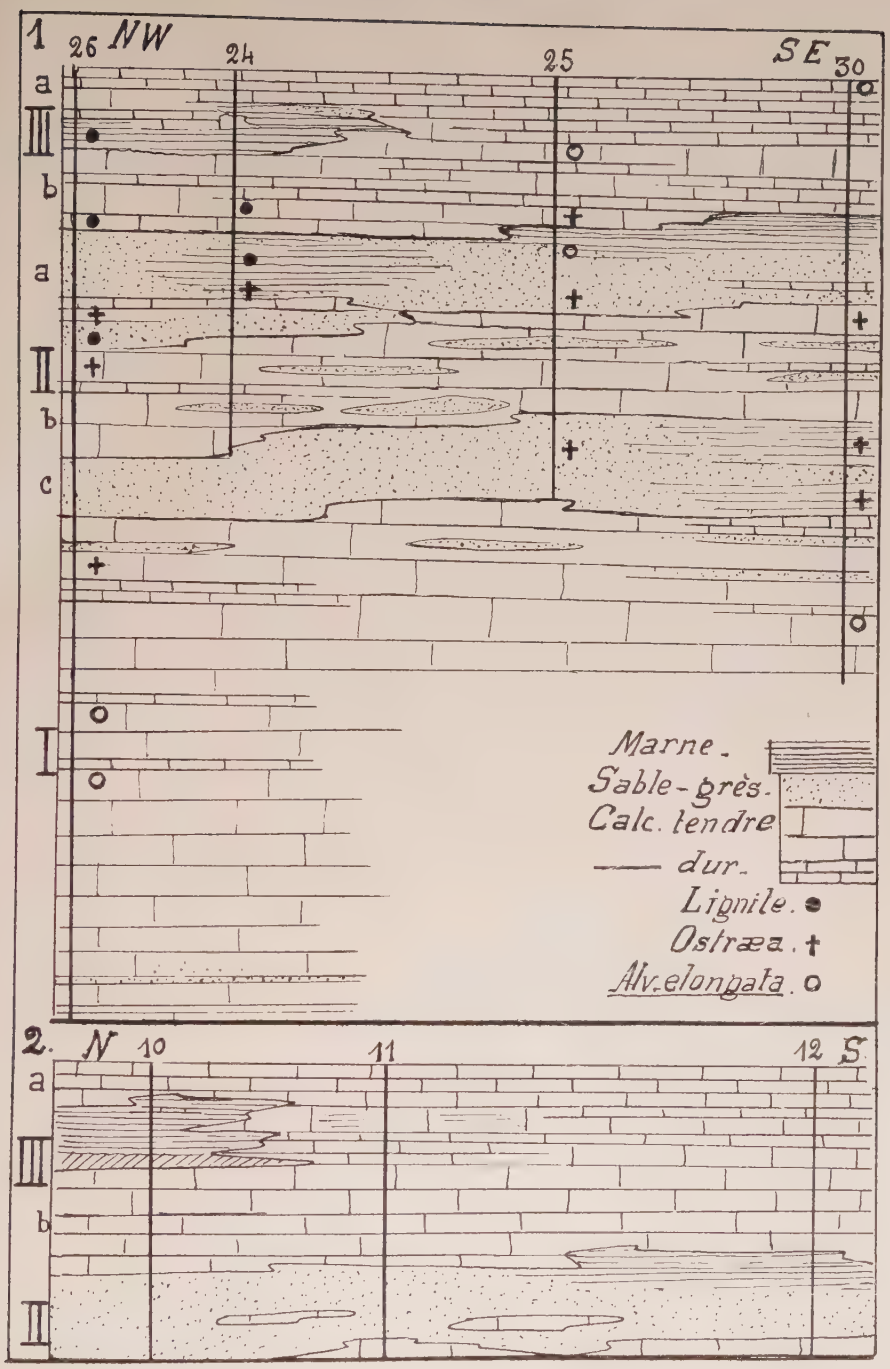


Fig. 5. — Les facies du Calcaire de Blaye.

Echelle : H : 1 mètre est représenté par 1 millimètre.

1. Coupe Bourg-Saint-André-de-Cubzac.
2. Coupe Trompeloup-Pauillac (niveau supérieur seul).

I : niveau inférieur. — II : niveau moyen. — III : niveau supérieur.

probable que le régime particulier qui caractérise chaque *niveau* ne s'instaura pas partout en même temps. Il serait plus exact par conséquent de parler de *phases* de sédimentation.

Dans le même ordre d'idées, le terme *Calcaire de Blaye,* justifié pour désigner un dépôt connu seulement, à l'origine, en affleurement, à Blaye, et avec un facies exclusivement calcaire, n'est plus exact aujourd'hui. Le mot *Calcaire* a un sens trop restrictif quand on sait l'importance que prennent d'autres éléments dans des facies qui varient selon leur place dans la série. De même, la désignation *de Blaye* est trop limitative maintenant que l'on connaît la grande étendue de la formation.

L'expression *Calcaire de Blaye* est arrivée aujourd'hui à désigner à la fois la totalité des dépôts à facies variables et le simple affleurement calcaire de Blaye. Pour éviter toute confusion, l'expression *Calcaire de Blaye* désignera l'ensemble de la formation et l'affleurement de Blaye conservera la même désignation prise *sensu stricto : Calcaire de Blaye (s. str.).*

Avec ces réserves, nous pouvons conclure que le *Calcaire de Blaye* comprend trois niveaux qui se caractérisent de la manière suivante :

Niveau supérieur : facies calcaire, faune de Mollusques et d'Echinides;

Niveau moyen : prédominance des facies détritiques;

Niveau inférieur : calcaire compact, calcaire marneux, marnes et argiles.

Dans les descriptions que nous avons données et dans cette division qui les résume, les expressions Calcaire grossier inférieur *et* Calcaire grossier supérieur *ne correspondent à aucune réalité. Elles doivent disparaître de la nomenclature du Bassin aquitain.*

Les expressions Calcaires à Echinolampas stelliferus, *avec le sens de* niveau inférieur *ou* moyen (M. Abrard, Matheron, Benoist), *et couches à* Gualtieria Orbignyi, *avec le sens de* niveau inférieur *de Blaye* (M. Castex), *doivent également abandonner leur signification. En effet, ces « Calcaires » et ces « couches » appartiennent au* niveau supérieur *de la formation, lequel représente le quart seulement de l'épaisseur des dépôts.*

Inexacte est encore l'expression *Calcaire à grains de quartz*

pour désigner les Calcaires à *Echinolampas stelliferus* avec le sens de *niveau moyen* ou *inférieur*. Les grains de quartz hyalin, fumeux, verdâtre ou violet, se rencontrent déjà dans les Sables inférieurs. Ils se retrouvent également dans tous les niveaux du *Calcaire de Blaye. Ils expriment donc un caractère permanent des dépôts de l'Eocène inférieur et moyen de la Gironde.* Ils abondent dans certaines couches et disparaissent dans d'autres, ce qui semble indiquer que leur présence dépend des conditions locales de sédimentation.

A Blaye, certaines couches de la Citadelle les renferment en abondance. Mais des assises épaisses de la Citadelle en sont à peu près dépourvues. Par contre, certains bancs des couches à *Ech. burdigalensis* de la carrière de la Cave en sont remplis.

La répartition des grains de quartz en profondeur se présente, à titre d'exemple, dans le forage de Lamarque, de la manière suivante :

Calcaire de Blaye :

Niveau supérieur : couches n°s 1, 2, 8, 9, 10;
Niveau moyen : couches n°s 11, 12;
Niveau inférieur : couches n°s 13, 15, 18.

Sables inférieurs :

Niveau supérieur : couches n°s 20 à 27, 32;
Niveau inférieur : couches n°s 53, 54, 56, 59.

Quelques-unes de ces couches présentent un facies détritique : les grains de quartz, usés et corrodés, semblent provenir de granulites et de pegmatites du Massif Central. Mais dans d'autres, formées d'éléments très fins, argiles ou sables bien calibrés, il est difficile d'expliquer la présence de gros grains de quartz par un phénomène de transport. L'élément siliceux n'a pas cessé de jouer un grand rôle dans les dépôts éocènes de la Gironde, car du fond du golfe du Libournais n'ont cessé de se déverser dans le Bassin girondin de puissants apports de sables quartzeux. *Quelle que soit leur origine, les grains de quartz ne peuvent servir en aucune manière à désigner une couche ou un niveau.*

En définitive, les divisions établies d'après des analogies superficielles de facies et des éléments paléontologiques, mal définis comme position et signification, doivent être abandonnées.

Il en est de même des expressions tirées de la présence de certaines espèces de Foraminifères pour désigner l'ensemble de la formation : Calcaire à *Orbitolites complanatus,* Calcaire à *Alveolina elongata,* Calcaire à Milioles.

La première espèce persiste, ainsi que nous le verrons, dans l'Eocène supérieur; on ne peut donc pas parler de Calcaire à *Orbitolites complanatus* en donnant à cette expression la signification précise qu'elle possède dans le Bassin de Paris. L'appellation Calcaire à *Alveolina elongata,* bien que moins inexacte, doit être également écartée. L'espèce ne dépasse pas, il est vrai, le *Calcaire de Blaye,* mais elle existe déjà, assez commune, dans les dernières couches de l'Eocène inférieur. De plus, tandis qu'elle semble surtout abondante dans le *niveau moyen,* elle est très rare dans les affleurements de Blaye et de Couquèques.

Enfin, le *Calcaire à Milioles* représente exclusivement un facies. Dans le *synclinal girondin* on trouve des Calcaires à Milioles depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la fin de l'Oligocène.

En définitive, il convient de conserver seulement l'expression Calcaire de Blaye *et d'adopter une classification des couches, moins rigoureuse peut-être en apparence que les anciennes divisions, mais qui représente plus exactement les phénomènes généraux propres au synclinal girondin.*

C'est ce qu'a voulu exprimer notre division en trois niveaux lesquels traduisent les rapports qui ont existé aux différents moments de la période entre l'affaissement et le comblement du synclinal girondin.

Position du Calcaire de Blaye dans le synclinal girondin (d'après les principaux forages)

Les résultats obtenus par l'étude des forages, réunis dans le tableau ci-après, font ressortir la position du *Calcaire de Blaye* dans les différentes parties du synclinal.

Cette position peut être encore représentée par deux coupes générales, perpendiculaires entre elles, l'une de Talmont à Château Vigneau, l'autre de Bordeaux à Libourne (fig. 6).

Coupe de Talmont à Château Vigneau (fig. 6, I)

Cette coupe montre que le *Calcaire de Blaye C* constitue, au-dessus des *Sables inférieurs S,* la deuxième phase de comblement du *synclinal girondin.*

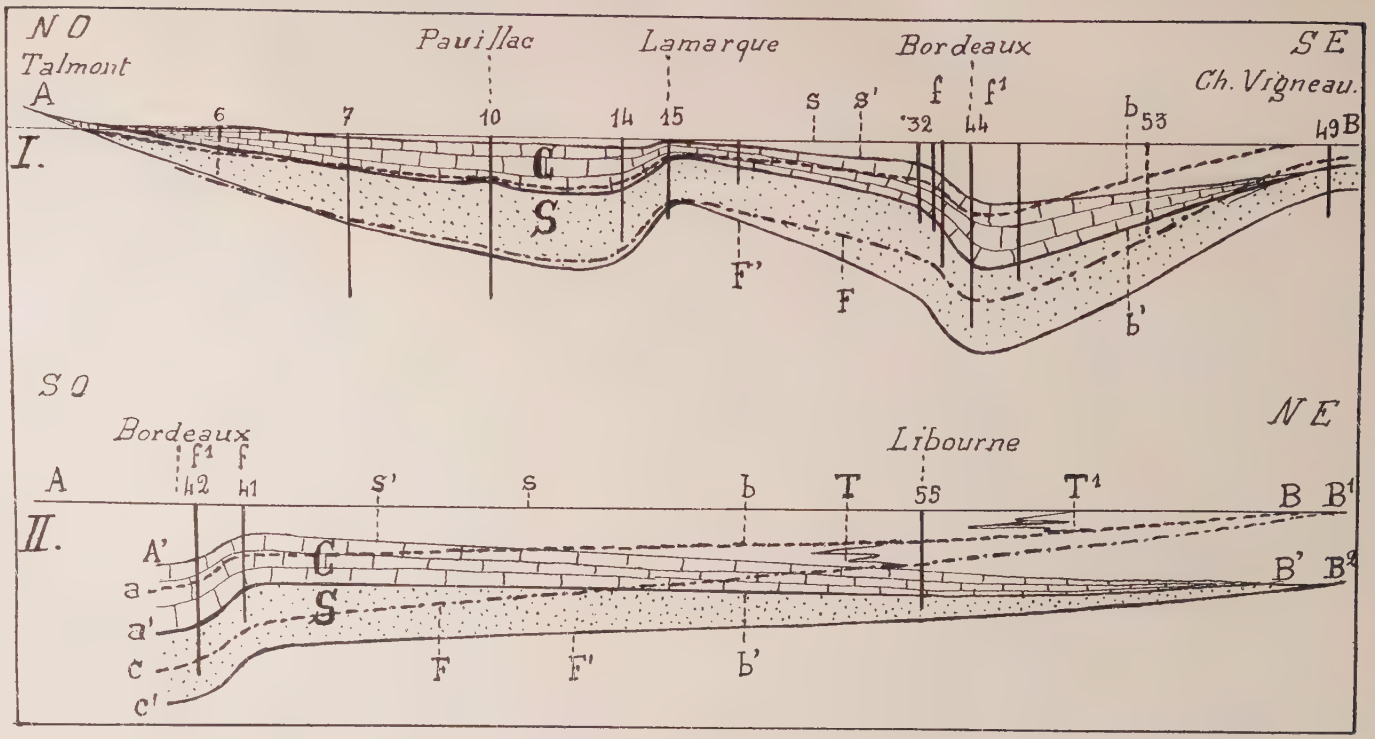


Fig. 6. — Position du Calcaire de Blayè dans le synclinal girondin.

I. Coupe Talmont-Château Vigneau. Echelle : L = 1/700.000e; H = 1/20.000e.
II. Coupe Libourne-Bordeaux. Echelle : L =1/250.000e; H = 1/20.000e.
(Explications dans le texte.)

Localités	Forages	Limite supérieure	Limite inférieure	Epaisseur
		Synclinal de Pauillac		
Le Verdon	2	0 m.	— 47 m.	47 m.
Jau	6	+ 2 m.	— 46 m. 40	48 m. 40
Soulac	3	— 26 m. 10	— 99 m. 50	73 m. 40
Saint-Yzans	7	— 7 m. 60	— 86 m. 45	78 m. 85
Saint-Estèphe	8	— 14 m.	— 104 m.	90 m.
Trompeloup	9	— 17 m. 25	— 95 m. 15	77 m. 90
Trompeloup	10	— 15 m. 37	— 96 m. 59	81 m. 22
Pauillac	12	— 11 m.	— 126 m.	115 m.
Cussac	14	— 16 m. 30	— 130 m. 86	114 m. 56
		Anticlinal de Listrac-Blaye		
Lamarque	15	+ 6 m.	— 36 m. 50	42 m. 50
Blaye	16	+ 9 m.	— 43 m.	52 m.
Moulis	17	+ 2 m. 50	— 91 m. 70	94 m. 20
Soussans	19	— 8 m. 40	— 94 m. 35	85 m. 95
Margaux	20'	— 5 m. 26	— 98 m.	92 m. 74
Margaux	21'	— 2 m. 10	— 72 m. 67	70 m. 57
Margaux	21	— 15 m. 21	— 112 m. 21	97 m.
Ile du Nord	19'	— 10 m.	— 106 m. 12	96 m. 12
		Synclinal de Bordeaux		
Ludon	29'	— 54 m. 40	— 187 m. 40	133 m.
Bourg	26	— 53 m. 94	— 183 m. 94	130 m.
Libourne	55	— 154 m. 79	— 241 m. 25	86 m. 46
Bruges	32	— 45 m.	— 157 m.	112 m.
Bassens	31	54 m.	— 160 m.	106 m.
Bordeaux	34	— 74 m. 01	— 187 m. 86	113 m. 85
Bordeaux	35	— 68 m. 70	— 210 m.	141 m. 30
Bordeaux	36	— 69 m. 25	— 211 m. 10	141 m. 85
Bordeaux	37	— 76 m. 15	— 199 m. 85	123 m. 70
Bordeaux	38	— 81 m. 65	— 210 m.	128 m. 35
Bordeaux	39	— 80 m. 90	— 216 m. 30	135 m. 40
Bordeaux	40	— 75 m. 50	— 216 m. 25	140 m. 75
Bordeaux	44	— 144 m. 80	— 326 m. 25	181 m. 45
Bordeaux	42	— 148 m. 87	— 315 m. 75	166 m. 88
Portets	50	— 136 m. 22	— 196 m. 79	60 m. 57
Rions	52	— 128 m. 40	— 197 m. 65	69 m. 25
Cadillac	53	— 131 m. 15	— 192 m. 15	61 m.
Lestiac	51	82 m. 94	— 97 m. 22	14 m. 28

Pendant le dépôt du Calcaire, l'affaissement de ce synclinal s'est fait d'une manière inégale et en rapport avec le dévelop-

pement progressif des unités tectoniques dont la formation avait débuté avec l'Eocène inférieur.

La base du *Calcaire de Blaye,* à la fin du dépôt de cette formation, occupait la position indiquée par la ligne *b*; le fond du synclinal se trouvait abaissé selon la ligne *F*. Cet abaissement correspond sensiblement dans tout le bassin aux variations d'épaisseur du *Calcaire de Blaye;* soit 114 mètres à Cussac, 42 m. 50 à Lamarque et 180 mètres à Bordeaux.

Si on désigne par 1 l'abaissement du fond du synclinal à Lamarque, les nombres 2,62 (114/42,5) et 4,35 (180/42,50) représentent l'enfoncement des *synclinaux de Pauillac* et *de Bordeaux.* Pendant l'Eocène inférieur, les nombres 1,77 (200/113) et 1,85 (210/113) expriment respectivement les mêmes rapports.

La comparaison de ces nombres montre que la subsidence, pendant le dépôt du Calcaire de Blaye, *a été bien moins importante dans le* synclinal de Pauillac *que dans celui de Bordeaux.*

La résistance à l'enfoncement de la zone anticlinale de Lamarque *a été bien plus grande que pendant l'Eocène inférieur. Le résultat de ce fait a été l'accentuation en profondeur de l'*axe anticlinal de Listrac-Blaye.

Sur les bordures du *synclinal girondin,* la mer du *Calcaire de Blaye* avait ses rivages, au Nord et au Sud, moins loin que celle des *Sables inférieurs; les anticlinaux directeurs* VI *(Villagrains) et* A *(Charentes)* (fig. 1) *s'étaient accentués en relevant avec eux les Sables qui venaient de se déposer; le nouveau rivage coupait les dépôts précédents selon une ligne sensiblement parallèle au premier rivage éocène.*

Il y a donc à la base du Calcaire de Blaye *une discordance angulaire, visible sur les bordures et marquée dans l'ensemble du bassin par le changement brusque du facies et de la faune.*

Cette discordance angulaire s'accompagne sur les bordures, et probablement aussi dans la *zone anticlinale de Lamarque,* de la dénudation du sommet des *Sables inférieurs.* Il s'ensuit qu'une lacune plus ou moins importante peut exister entre le premier terme du *Calcaire de Blaye* et le dernier terme conservé de la formation précédente. Cette lacune, qui doit être inexistante dans les synclinaux, atteint son maximum d'importance au Nord, lorsqu'elle comporte, comme à Saint-Palais, la destruction totale des *Sables inférieurs.*

Après le dépôt du *Calcaire de Blaye,* les phénomènes de subsidence ont continué dans le synclinal girondin. Leur résultante se trouve exprimée par la position qu'occupe actuellement le *Calcaire de Blaye,* dont la base est passée de *b* en *b'*, pendant que le fond du synclinal s'est abaissé de *F* en *F'*.

La surface est passée de *s* en *s'* en formant de nouveau les *synclinaux de Pauillac* et *de Bordeaux* et la *zone anticlinale de Lamarque.* Cette dernière a encore accentué sa résistance à l'enfoncement, mais *des caractères nouveaux différencient les deux synclinaux. Celui de Pauillac, au Nord, montre une grande rigidité et par suite une certaine stabilité, tandis que dans celui de Bordeaux, au Sud, les phénomènes de subsidence sont restés par la suite très importants. La position occupée actuellement par la surface du* Calcaire de Blaye *dans les différentes parties du* synclinal girondin *est donc le résultat, postérieurement au dépôt de ce Calcaire, de l'activité des unités tectoniques en voie de formation depuis le début du Tertiaire.*

Coupe de Bordeaux à Libourne (fig. 6, II)

Le *Calcaire de Blaye,* à la fin de son dépôt, occupait la position *A a B.*

Dans le sens de l'axe du *synclinal de Bordeaux,* contrairement à ce qui se passait sur les bordures nord et sud du *synclinal girondin* au début de l'Eocène moyen, il y avait continuité de l'affaissement du fond.

L'extension du facies marin jusqu'au delà de Libourne en T^1 prouve l'accentuation de ce mouvement : *le* Calcaire de Blaye *est transgressif sur l'Eocène inférieur continental* (de *T* à T^1).

Dans la région de Bordeaux se formait en même temps, en *f*, une zone de résistance à l'enfoncement et une autre en f^1 où la subsidence était plus active. *C'est donc pendant le dépôt du* Calcaire de Blaye *qu'a commencé à se développer l'accident tectonique qui a produit, entre les deux rives, une différence de niveau de toutes les couches.*

Les déformations de la base *b* du *Calcaire de Blaye,* dans la région de Bordeaux, dans la coupe précédente, montrent également la formation des deux zones *f* et f^1.

Actuellement, dans l'axe du *synclinal de Bordeaux,* le *Calcaire de Blaye* occupe la position *A' a' B'*. Il a donc subi un abaissement général, quoique inégal.

A l'Est, la région de Libourne a été le siège d'une subsidence active qui a commencé à se manifester, ainsi que nous le verrons, immédiatement après le dépôt du Calcaire de Blaye.

Dans la région de Bordeaux, la zone f, *par rapport à la zone* f[1], *a continué à manifester une résistance à l'enfoncement. Elle est arrivée ainsi à former une zone anticlinale, mise en évidence, dans la coupe, par la partie* f *de la ligne* A' B'. Les nombres 148 m. 87, 75 m. 50, 154 m. 79, qui représentent la profondeur à laquelle on trouve le *Calcaire de Blaye* dans les forages 42, 40 et 55, montrent l'importance du relèvement du *Calcaire de Blaye* dans cette zone.

Les coupes I et II de la figure 6 font ressortir l'inégalité de l'enfoncement du bassin, sur deux alignements perpendiculaires, pendant et après le dépôt du *Calcaire de Blaye*.

Mais elles ne peuvent montrer les relations des unités tectoniques ainsi définies avec les accidents secondaires qui les accompagnent. Ces accidents sont ceux qui sont représentés dans les deux schémas de la figure 4 *bis*.

Les deux schémas de la figure 7 ont pour objet de remédier à cette insuffisance en représentant les variations de la subsidence dans la partie centrale du *synclinal girondin*. A cet effet nous avons reporté sur les cartes I et II la différence d'épaisseur du *Calcaire de Blaye* entre deux forages voisins. *Les nombres qui mesurent cette différence expriment également l'importance relative des déformations du bassin pendant le dépôt du* Calcaire de Blaye. Pour avoir la grandeur absolue de la subsidence il suffirait d'ajouter à ces nombres l'épaisseur du *Calcaire de Blaye* dans les deux forages pris comme repères : celui de Lamarque (schéma I) et celui de Bruges (schéma II). Dans le premier le *Calcaire de Blaye* a une épaisseur de 42 m. 50 et dans le second de 112 mètres.

Schéma I. — Les différences d'épaisseur du *Calcaire de Blaye* font ressortir :

1° Une accentuation du *synclinal de Pauillac S S* (72 m. 06 et 62 m. 56).

2° La persistance de l'*axe anticlinal Lamarque-Blaye A A* avec un léger abaissement de son extrémité est (9 m. 50) et un ennoyage de son extrémité ouest (41 m. 70).

3° La formation d'une *zone anticlinale* A^1 A^1 à large rayon de courbure et abaissée vers le Sud.

4° La formation d'une *zone synclinale* S^1 S^1 (25 m. 55 entre les forages 21' et 19').

Les deux derniers accidents A^1 A^1 et S^1 S^1, qui se développent sur le flanc sud-est de l'*anticlinal A A*, sont sensiblement perpendiculaires à cet anticlinal.

Schéma II. — On y observe la formation d'une *zone anticlinale* A^2 A^2 qui prolonge vers le Sud-Est la *zone* A^1 A^1 et d'une *zone synclinale* S^2 S^2 de direction parallèle à la précédente.

On trouve là le début ou du moins une des premières phases de la formation de la flexure qui se situe entre les deux rives de la Garonne à Bordeaux. Mais on peut constater que cette flexure, encore très atténuée, va s'accentuant du Sud-Est au Nord-Ouest et qu'elle comporte un plus grand affaissement dans la région du forage 44 (fosse du Parc Bordelais).

L'analyse des phénomènes de subsidence, poussée plus loin, peut permettre de définir la part qui revient au Calcaire de Blaye *dans la formation des accidents tectoniques que nous venons de définir.* Ce résultat ressort de la comparaison des trois nombres des colonnes II, III et IV du tableau ci-après.

Commentaire. — A la fin du dépôt du Calcaire de Blaye *les unités tectoniques dont la formation avait commencé dès l'Eocène inférieur,* synclinal de Pauillac S S *et* anticlinal de Blaye A A, *se trouvent formées aux trois quarts. Pendant les périodes postérieures l'accentuation qu'elles recevront n'entrera que pour un quart dans leur forme définitive.*

Le synclinal S^1 S^1 *se trouve formé à moitié pendant le dépôt du* Calcaire de Blaye. *Enfin pendant la même période les accidents qui viennent compliquer le fond du* synclinal girondin, anticlinal A^2 A^2 *et* synclinal S^2 S^2, *ne font que s'ébaucher. C'est pendant les périodes suivantes qu'ils prendront leur structure définitive.*

Parmi ces différents accidents la zone anticlinale A^1 A^1-A^2 A^2 *présente une importance toute particulière. Par son développement progressif elle formera un seuil qui fera obstacle aux transgressions marines : elle sera ainsi responsable de l'importance des facies continentaux qui se développeront à l'Est, après le dépôt du* Calcaire de Blaye (Calcaire lacustre de Plassac et Sables fluviatiles du Libournais, Argile à *Paleotherium* de l'Eocène supérieur et Mollasse du Fronsadais de l'Oli-

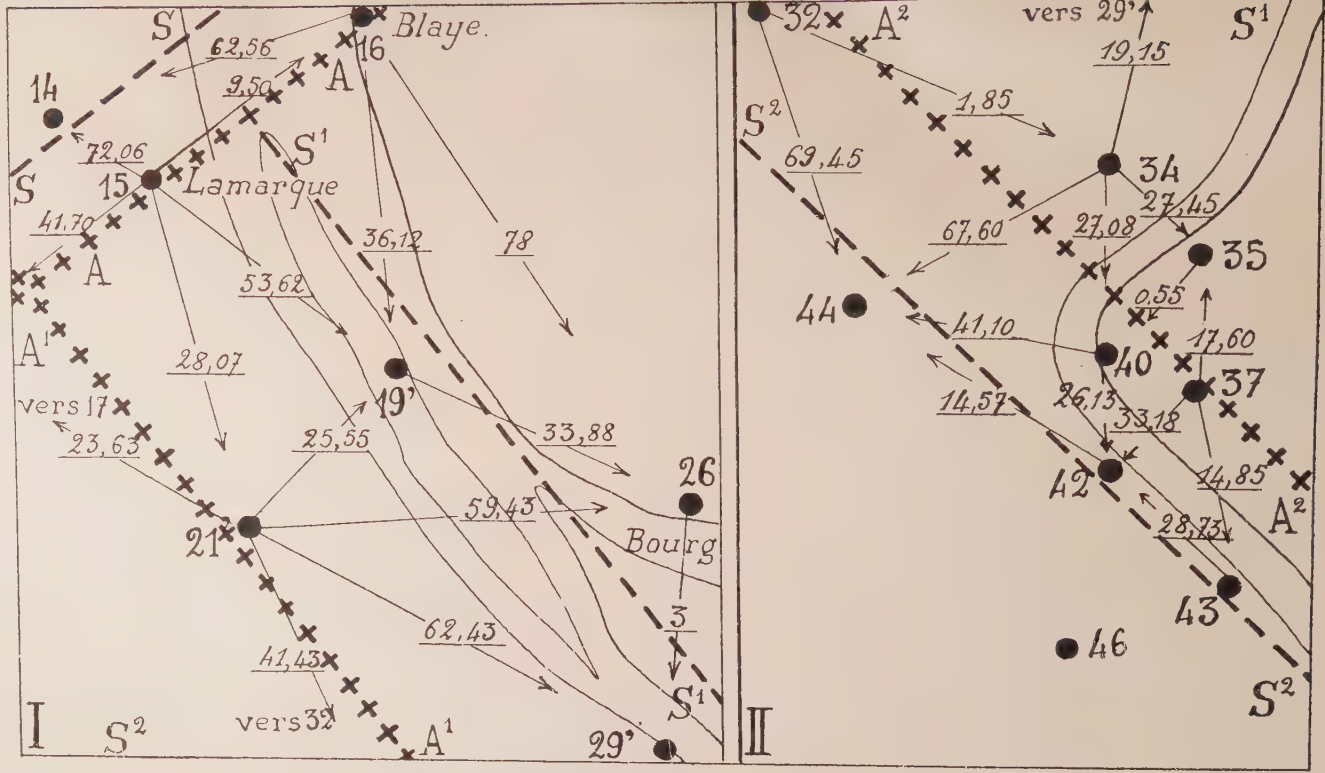


Fig. 7. — Importance relative des déformations du sol pendant le dépôt du Calcaire de Blaye.

I. Dans la zone anticlinale de Lamarque-Blaye. Echelle : 1/160.000e.

II. Dans la région de Bordeaux. Echelle : 1/80.000e.

● : forages (les numéros des forages sont ceux de la figure 2). — Accidents transversaux : anticlinal A A, synclinal S S. — Accidents longitudinaux : anticlinaux A^1 A^1, A^2 A^2; synclinaux S^1 S^1, S^2 S^2. — Les nombres expriment en mètres la différence d'épaisseur du Calcaire de Blaye entre deux forages, c'est-à-dire la différence de l'abaissement du fond du synclinal girondin pendant le dépôt du Calcaire de Blaye.

gocène inférieur). *Enfin elle arrivera à former une barrière qui servira de limite à la transgression miocène.*

Forages comparés	Importance de l'abaissement du fond du synclin. girondin			Unités tectoniques	Rapport des nombres de la colonne IV aux nombres de la colonne II
	Depuis le début du dépôt du *Calcaire de Blaye*	Pendant le dépôt du *Calcaire de Blaye*	Après le dépôt du *Calcaire de Blaye*		
I	II	III	IV	V	VI
15 — 16	6^m 50	9^m 50	— 3^m 50	*Anticlinal de Lamarque*	(Relèvement)
21' — 17	19^m 70	23^m 63	— 3^m 93		
15 — 14	94^m 36	72^m 06	22^m 30	*Synclinal de Pauillac*	
16 — 17	87^m 86	62^m 56	25^m 30		
15 — 17	55^m 10	41^m 70	13^m 50	Flanc SE de l'*anticlinal de Blaye*	1/4 environ
15 — 21'	35^m 50	28^m 07	7^m 43		
15 — 19'	69^m 50	53^m 62	15^m 88		
21' — 19'	34^m	25^m 55	8^m 45		
19' — 26	77^m 94	33^m 88	44^m 06	*Synclinal* S^1 S^1	1/2 en moyenne
16 — 26	140^m 94	78^m	62^m 94		
21' — 26	111^m 94	59^m 43	52^m 21		
21' — 29'	115^m 40	62^m 43	52^m 97		
34 — 44	138^m 39	67^m 60	70^m 79	*Synclinal de Bordeaux*	1/2
32 — 44	169^m 25	69^m 45	99^m 80		2/3
40 — 44	110^m	40^m 70	59^m 30		2/3
37 — 42	116^m	33^m 18	82^m 82		2/3
40 — 42	99^m 50	26^m 13	73^m 37		3/4
37 — 43	95^m 95	14^m 85	81^m 10		4/5

Nota. — Les nombres des colonnes II et III mesurent respectivement la différence de profondeur de la base (II) et du sommet (III) du Calcaire de Blaye entre deux forages voisins (col. I). Ils expriment par conséquent une différence de subsidence entre les forages considérés pendant (III) et après (IV) le dépôt du Calcaire de Blaye.

LES COUCHES MARINES ET LACUSTRES DE PLASSAC

Les couches à *O. cucullaris* et le *Calcaire lacustre de Plassac* affleurent dans la bordure nord-est du *synclinal de Pauillac* et dans la *zone anticlinale de Listrac-Blaye.* Nous les décrirons dans ces

régions avec les affleurements du *Calcaire de Blaye* dont on ne peut les séparer.

Dans les nombreux forages qui les ont traversées, pour la clarté de l'exposé, nous examinerons séparément les couches marines et les couches lacustres.

Couches à O. cucullaris

Synclinal de Pauillac

Saint-Yzans f. 7	St-Seurin f. 7'	Pauillac f. 9	Pauillac f. 10	Beychevelle f. 13
Marne argileuse bleuâtre, sableuse	Marne sableuse bleuâtre, coquillière au sommet sur 0 m. 50	Argile marneuse, sableuse, coquillière	Calcaire sableux coquillier et argile noire	Marne argileuse verdâtre à débris de fossiles. . . 8 m. 25 Calcaire marneux et marne grise 2 m. 85
Epr. 6m 50	Epr. 7m 42	Epr. 8m 75	Epr. 8m 88	Epaisseur . . 11 m. 10

De Couquèques, où les couches, ainsi que nous le verrons, ont une épaisseur maximum de 2 mètres, à Beychevelle, l'accroissement de puissance de la formation est régulier.

Synclinal de Bordeaux

Bordure nord, d'après Benoist

Margaux (f. 20)	Soussans (f. 19)	Cars (f. 18)
Argile verdâtre . 1 m. 72 Argile arénacée verdâtre avec débris de fossiles . . . . . 2 m. 50 Argile verte et jaune à Anomies et *Ostrea*. 2 m. 70 Epaisseur . . . 6 m. 92	Argile noirâtre avec nodules et calcaire compact blanc 5 m. 15 **Labarde (f. 22')** Marne jaunâtre et noirâtre . . 7 m. 40	Argile sableuse et marne grise. 7 m. 95 Argile grise sableuse . . . . . 1 m. 50 Calcaire pyriteux gris à *Ostrea, Lucina, Cardium* . . . . 0 m. 10 Mollasse grise fine jaunâtre . 0 m. 40 Epaisseur. . . . 9 m. 95

A Arcins (pont), au-dessus du *Calcaire de Blaye,* atteint à — 10 mètres, les couches à *O. cucullaris* présentent la succession suivante, de haut en bas :

Argile bleue avec plaquettes calcaires	1 m. 41
Argile jaune grise sableuse	0 m. 75
Banc de calcaire dur	0 m. 55
Argile grise	0 m. 85
Calcaire gris bleuâtre	0 m. 77
Argile grise	1 m. 12

Epaisseur totale : 5 m. 45

L'érosion quaternaire a emporté le *Calcaire lacustre de Plassac.*

A Labarde (f. 22), on a traversé, de — 25 m. 50 à — 17 m. 75, une épaisseur de 7 m. 75 d'argile sableuse, avec deux niveaux calcaires, qui représente également les couches à *O. cucullaris.*

Dans tous ces forages, la puissance des couches est sensiblement la même et nettement supérieure à celle des affleurements de l'*axe anticlinal Blaye-Listrac.*

Région située au Sud de la précédente : de Labarde à Saint-André-de-Cubzac

Les renseignements qui figurent dans le tableau suivant sont tirés des relevés de Benoist [71] avec une réserve pour le forage 23 que nous avons interprété d'une autre manière.

BOURG (f. 23)	BOURG (f. 26)	PRIGNAC (f. 25)	SAINT-ANDRÉ (f. 30)
Calcaire coquillier. . . 0^m 42	Calcaire gréseux blanchâtre avec pyrite . . . 0^m 75	Sable argileux micacé gris à *Ostrea* . . . 0^m 70	Sable gris . . 7^m 90
Argile grise . 2^m 90	Argile grise avec lignite . . . . 10^m 62	Argile bigarrée verte et jaune .. 7^m 30	Sable noirâtre avec lignite . . . 1^m 60
Calcaire gréseux jaunâtre. . . . 0^m 36	Argile grise avec silex résinite . . 1^m 12	Argile coquillière noire, *Ostrea* . . . . . 4^m 80	Marne grise. 0^m 38
Argile verte à concrétions calcaires. . . . 4^m 72	Grès pyriteux noirâtre à gros grains de quartz . 0^m 55	Calcaire friable av. Milioles . . 2^m 70	
Calcaire dur gris jaune, coquillier . 0^m 77		Sable micacé gris. . . . . 1^m 50	
Sable marneux, grès micacé . . . 1^m 08			
Epaisseur . 10^m 25	Epaisseur . 13^m 04	Epaisseur . 17^m.	Epaisseur . . 9^m 88

Dans un autre forage de Bourg, les couches à *O. cucullaris* sont constituées par 15 m. 84 de marnes sableuses bleues.

Vers le Sud, à Ambès (f. 28) et à Ludon (f. 29), la formation est représentée par une argile sableuse grise et jaune de 14 m. 51 et 16 mètres d'épaisseur. Dans les nombreux forages situés sur la rive gauche du fleuve, sur le territoire des communes de Macau, Ludon et Parempuyre, on trouve, au-dessus du *Calcaire de Blaye*, une succession de couches argileuses dans lesquelles il est très difficile de reconnaître la part qui revient aux couches à *O. cucullaris*. Nous ne retiendrons pas ces forages.

Centre du synclinal

Rive droite

BRUGES (f. 32)	BORDEAUX (f. 36)	BORDEAUX (f. 35)	BORDEAUX (f. 39)
Calcaire argileux, tendre, empreintes végét^es fossiles. 0m 60	Marne calcaire, pyrite.. 1m 70	Calcaire tendre 1m 79	Argile grise, noire, lignite 2m 20
Marne jaune sableuse . . 7m 90	Calcaire gréseux 0m 75	Marne 2m 32	Sable 1m 10
Sable gris argil. avec grande *Ostrea* et *Anomia* en grande abondance. 1m 60	Marne calcaire, pyrite.. 5m 40	Calcaire tendre 3m 10	Calcaire bleuâtre . . 0m 80
		Marne noire. 1m 30	Argile bleuâtre et calcaire. 6m 70
		Epaisseur . . 8m 51	Sable gros et calcaire. . . 3m 20
		(f. 37)	
		Marne grise.. 6m 30	
		Argile et calcaire gris . 3m 75	
Epaisseur . 10m 10	Epaisseur . . 7m 85	Epaisseur . 10m 05	Epaisseur . 14m

Dans les régions précédentes, les couches à *O. cucullaris* sont bien délimitées entre le *Calcaire de Blaye* et le *Calcaire lacustre de Plassac*. Mais ici on ne trouve, au-dessus des assises décrites, qu'une succession de marnes argileuses d'une épaisseur moyenne de 15 mètres dans lesquelles il est impossible de distinguer ce qui revient au *Calcaire lacustre*. La limite supérieure des couches à *O. cucullaris* devient de ce fait imprécise, sauf à Bruges où elle est donnée par un calcaire lacustre à Limnées et Planorbes. Dans les autres forages (35, 36, 37, 39) les caractères distinctifs des assises sont fournis par les facies marneux, sableux, argileux et calcaire gris, renfermant des pyrites, des lignites et une faune marine.

Rive gauche

Dans cette région, les limites des couches à *O. cucullaris* sont encore plus difficiles à définir. Le forage type du Parc Bordelais donne lui-même des renseignements peu précis. La couche 10, de 23 m. 80, montre les facies caractéristiques : marne sableuse jaunâtre, grès en plaquettes, argiles gris bleu et marnes brunes noirâtres avec niveaux à *Corbula* et *Anomia*. Mais la place de certains éléments fauniques, Nummulites et Mollusques d'eau douce, dans la succession des assises, n'est pas indiquée. En particulier, il est impossible de savoir si « l'alternance » des couches marines et d'eau douce s'applique, comme il est probable, à la partie supérieure des dépôts ou à l'ensemble.

Dans le forage 42, l'ensemble des couches pyriteuses comprend des marnes argileuses ou sableuses et des calcaires sableux. Le forage 43 montre une série semblable :

37. Marne grise	4 m. 19
38, 39. Calcaire dur gris micacé	1 m. 84
40. Argile grise	4 m. 30
41 à 43. Marne grise et calcaire à *Ostrea*	1 m. 52
44. Marne grise	3 m. 10
45 à 51. Alternance de marne grise et de calcaire gris avec *Ostrea* et pyrite	7 m. 15
52. Marne sableuse gris foncé	0 m. 82
53. Banc d'*Ostrea*	0 m. 88
54. Marne grise	0 m. 92

Epaisseur totale : 24 m. 72

Même en admettant une certaine marge d'erreur dans la détermination des terrains des forages 42, 43, 44, il est certain que les dépôts ont des facies très voisins de ceux des forages de la rive droite; mais leur puissance est de deux à trois fois plus grande. Enfin à Libourne les couches à *O. cucullaris* atteignent une épaisseur de 27 m. 61.

Benoist en donne la description suivante :

Argile sableuse verte, marne très coquillière et micacée avec *Corbula*, *Lucina*, *Trochus*, *Ostrea* et lignite	12 m. 47
Sable micacé bigarré	3 m. 73
Argile sableuse verte	9 m. 98
Grès quartzeux	0 m. 80
Sable marneux gris et fin	0 m. 63

Epaisseur totale : 27 m. 61

Bordure sud du synclinal de Bordeaux

Dans les forages 50, 52, 53 les couches à *O. cucullaris* ne sont pas

représentées, soit qu'elles ne se soient pas déposées, soit qu'elles aient été détruites. Cette dernière hypothèse est plausible car on trouve au-dessus du *Calcaire de Blaye,* usé et perforé, une couche peu épaisse provenant visiblement du remaniement d'un dépôt antérieur.

A Cadillac cette couche est formée par une argile grise renfermant des rognons calcaires. A Portets des galets accompagnent les débris calcaires.

Calcaire lacustre de Plassac

Synclinal de Pauillac

SAINT-SEURIN (f, 7')	PAUILLAC (f. 9)	PAUILLAC (f. 10)	BEYCHEVELLE (f. 13)
Marne bleuâtre	Argile verte bleuâtre	Marne bleuâtre compacte	Calcaire gris fétide . . . . . 0 m. 66 Marne argileuse verte . . . . . 6 m. 45 Calcaire gris fétide . . . . . 0 m. 20
Epais^{r} 3 m.	Epais^{r} 5 m. 85	Epais^{r} 4 m.	Epaisseur. . . . 7 m. 31

Synclinal de Bordeaux

Bordure nord

MARGAUX (f. 20)	LABARDE (f. 22')	LABARDE (f. 22'')	CARS (f. 18)
Marne lacustre, gris verdâtre . . 3^{m} 30 Calcaire marneux blanc . . . . 2^{m} 30 Calcaire lacustre . . . . 0^{m} 58	Calcaire lacustre . . . . 0^{m} 30 Marne . . . . . 5^{m} 65 Calcaire lacustre . . . . 0^{m} 20	Calcaire lacustre . . . . 0^{m}42 Marne jaune. 2^{m} 88 Calcaire blanc . . . . 0^{m} 50 Marne . . . . . 0^{m} 80 Argile sableuse . . . . 4^{m}05	Argile sableuse verte 3^{m} Argile verte et rouge . . . 2^{m} 55 Argile verdâtre sableuse . . . . 3^{m} 05 Calcaire rosé. 0^{m} 95
Epaisseur . . 6^{m} 18	Epaisseur . . 6^{m} 15	Epaisseur . . 8^{m} 65	Epaisseur . . 9^{m} 55

Région située au Sud de la précédente, d'après BENOIST

BOURG (f. 26)	BOURG (f. 24)	PRIGNAC (f. 25)	SAINT-ANDRÉ (f. 30)
Calcaire gris 0^m 25	Calcaire compact . . 0^m 26	Calcaire blanc à *Melania*. . . 0^m 60	Calcaire compact blanc jaunâtre . . . . 0^m 65
Argile grise . 5^m 50	Argile jaunâtre . . . . 2^m 57	Calcaire marneux verdâtre . . 0^m 60	Marne blanche verdâtre . . . . . 3^m 30
Argile bigarrée . . . . . 4^m 75	Calcaire argileux. . . . 0^m 85	Marne blanche verdâtre . . . . . 2^m 80	
Argile verte. 3^m 20	Argile jaune 4^m 33		
	Calcaire mollassique 0^m 65		
Epaisseur . 13^m 70	Epaisseur . . 8^m 66	Epaisseur . . 4^m	Epaisseur . . 3^m 95

Centre du synclinal de Bordeaux

Le forage de Bruges, bien que rapproché du centre du synclinal, appartient encore à la zone précédente, ainsi que nous l'avons vu pour le *Calcaire de Blaye* et les couches à *O. cucullaris*.

Le *Calcaire de Plassac* y est représenté par les couches suivantes :

Marnes jaunâtres	0 m. 95
Calcaire d'eau douce caverneux à Limnées et Planorbes	0 m. 35
Marne jaunâtre verdâtre et calcaire marneux	3 m. 05
Epaisseur totale : 4 m. 35	

Dans la région de Bordeaux, située au débouché de l'estuaire du Libournais, les dépôts argileux rencontrés dans la région de Bourg sont étroitement liés aux dépôts de même nature de la période suivante de telle sorte que, malgré les nombreux relevés de forages, il est impossible de déterminer dans cette succession uniforme de couches argileuses celles qui représentent le *Calcaire lacustre de Plassac*.

Cependant, entre les repères précis constitués par les couches pyriteuses marines représentant les couches à *O. cucullaris* et les *Calcaires gréseux à Anomies* de la base de la *Mollasse du Fronsadais*, on observe, d'une rive à l'autre, une grande différence d'épaisseur des dépôts.

Sur la rive droite, les argiles marneuses ont une puissance de : 21 m. 09 (f. 35), 22 m. 10 (f. 36), 21 m. 60 (f. 37), 24 m. 80 (f. 39).

Sur la rive gauche, leur épaisseur atteint : 34 mètres (f. 44), 38 m. 75 (f. 43), 41 m. 85 (f. 85).

Cette différence d'une rive à l'autre signifie que la subsidence a

été plus active sur la rive gauche que sur la rive droite; il y a eu encore accentuation de la flexure située entre les deux rives.

Pendant la formation de ces couches argileuses dans la région de Bordeaux, la région du Libournais devenait le siège d'une subsidence active et d'une sédimentation rapide d'éléments détritiques d'origine fluviatile. Cette formation, dite des *Sables fluviatiles du Libournais,* atteint, d'après le relevé du forage de Libourne par Benoist, une épaisseur de 74 m. 50.

Relevé de Benoist [71, p. 30] :

19.	Sable quartzeux gris	4 m. 55
20.	Argile verte	5 m. 91
21.	Sable quartzeux, graviers	4 m. 18
22.	Sable argileux avec grains de quartz	2 m. 78
23.	Argile verte sableuse	9 m. 55
24.	Sable grossier gris avec lignite et ossements de *Lophiodon Lautricense*	3 m. 65
25.	Sable argileux micacé	1 m. 10
26.	Argile verte sableuse	0 m. 38
27.	Sable à *Lophiodon*	14 m. 37
28.	Argile verte sableuse	0 m. 83
29.	Sable à *Lophiodon*	3 m. 14
30.	Argile verte sableuse	0 m. 70
31.	Sable à *Lophiodon*	3 m. 78
32.	Argile verte moins foncée	9 m. 20
33.	Sable gris quartzeux avec marne blanche	7 m. 55
34.	Sable à *Lophiodon*	2 m. 83

Epaisseur : 74 m. 50, de 70 m. 68 (— 52 m. 68) à 145 m. 18 (— 127 m. 18)

Les *Sables fluviatiles du Libournais* ont été atteints, mais non traversés, dans plusieurs forages des environs de Libourne.

A Saint-Christophe-des-Bardes (relevé de Benoist) ils se trouvent à — 31 m. 10 soit 21 m. 58 plus haut qu'à Libourne, ce qui montre que la partie orientale du bassin de Libourne s'est enfoncée d'une manière plus atténuée après le dépôt de ces sables. Dans la région située à l'Ouest, en direction d'Arveyres et d'Yzon, les *Sables fluviatiles* ont été atteints dans les forages de ces deux localités à une profondeur voisine de celle du forage de Libourne, soit à — 54 m. 26 à Arveyres (relevé de Benoist, p. 56).

Résumé et conclusions.
Composition des terrains

Couches a O. cucullaris

Les couches à *O. cucullaris* se rencontrent toujours en concordance avec le *Calcaire de Blaye* sur tous les points où ce

calcaire a été repéré. En certains endroits elles sont séparées de cette formation par une ligne de ravinement. Mais ce fait ne peut pas être observé avec certitude dans les forages.

La nature des dépôts n'indique aucun ordre de succession des assises. Les conditions de la sédimentation semblent être restées les mêmes durant toute la période où ces couches se déposaient. Il ne s'agit donc pas d'un cycle nouveau de sédimentation.

Les couches à *O. cucullaris* sont constituées sur tous les points du bassin par des dépôts littoraux dans lesquels dominent les éléments détritiques argileux, sableux et marneux, de couleur gris bleuâtre ou verdâtre. Les phases de sédimentation calcaire sont exceptionnelles et de courte durée. Les lignites et les pyrites sont très fréquents. En dehors de quelques faunules de Mollusques, qui ont pu se développer temporairement en certains points, la faune commune est constituée par des Huîtres et des Anomies.

Calcaire lacustre de Plassac

La composition des couches qui représentent le *Calcaire lacustre de Plassac* possède une grande diversité.

On trouve trois sortes de dépôts :

1° Dans le centre des *synclinaux de Bordeaux* et *de Pauillac* l'élément dominant est une argile fine, le plus souvent verdâtre ou encore gris-bleuâtre ou jaunâtre. Le facies calcaire franc n'est pas représenté.

2° En s'approchant de l'*axe anticlinal Blaye-Listrac*, à partir de Beychevelle au Nord, et de Labarde au Sud, le facies calcaire prend une importance de plus en plus grande. Il se généralise dans la zone de l'axe anticlinal ainsi que nous le verrons dans la description des affleurements de Blaye et de Listrac.

3° A l'Est, dans la région du Libournais, l'élément dominant du dépôt est un sable grossier gris avec lignite et ossements de *Lophiodon Lautricense*. Les couches épaisses de ces sables sont séparées par des assises d'argile verte sableuse. Les sables à *Lophiodon* s'avancent vers l'Ouest jusqu'aux abords de Saint-André-de-Cubzac.

D'après cette répartition des facies il est possible de se représenter l'ordre des phénomènes.

Selon Benoist, la région du Libournais se trouvait au débouché « d'un grand fleuve venant du Périgord et prenant

sa source dans la région centrale de la France comme l'indique le silex résinite et les pegmatites roulés dans les sables de ce cours d'eau ». Ces apports comblaient le golfe à mesure qu'il s'approfondissait, le comblement restant toujours plus important que l'enfoncement.

Ces phénomènes sont masqués par le caractère continental des dépôts. Ceux-ci correspondent à une période de régression pendant laquelle les différentes parties du *synclinal girondin* continuèrent à s'affaisser d'une manière variable en rapport avec l'activité des unités tectoniques locales.

Position des couches marines et lacustres de Plassac *dans le* synclinal girondin

Les renseignements fournis par la description des couches marines et lacustres de Plassac dans les forages de la Gironde peuvent être résumés dans le tableau ci-après.

Les variations d'épaisseur des couches de Plassac dans le *synclinal girondin* permettent de représenter l'affaissement et les déformations du bassin par deux coupes, l'une de Bordeaux à Saint-Yzans, l'autre de l'anticlinal de Lamarque à Libourne.

Coupe de Bordeaux à Saint-Yzans (fig. 8, I, II)

Les couches à *O. cucullaris* (coupe I) ont une épaisseur réduite dans les zones anticlinales et une plus grande puissance dans le fond des synclinaux.

Les dépôts lacustres (coupe II) présentent les mêmes caractères. *L'enfoncement du Bassin girondin s'est donc poursuivi pendant le dépôt des couches de Plassac selon les lignes structurales directrices des périodes précédentes.*

L'enfoncement du Bassin, dans les *synclinaux de Pauillac* (12 mètres) et *de Bordeaux* (24 mètres), par rapport à celui de la *zone anticlinale de Lamarque* (3 mètres), est exprimé par les nombres 4 (12/3) et 8 (24/3). Les mêmes rapports étaient respectivement 2,68 et 4,55 pour le *Calcaire de Blaye* et 1,77 et 1,86 pour les Sables inférieurs.

Les nombres 1,77, 2,68, 4 pour le *synclinal de Pauillac* et 1,86, 4,55, 8 pour le *synclinal de Bordeaux* expriment à la fois l'accroissement progressif de l'enfoncement du Bassin dans ces synclinaux et l'accentuation de la résistance à l'enfon-

	LOCALITÉS	ÉPAISSEURS			PROFONDEURS	
		COUCHES A O. CUCULLARIS	CALCAIRE LACUSTRE DE PLASSAC	ÉPAISSEUR TOTALE	COUCHES A O. CUCULLARIS	CALCAIRE LACUSTRE DE PLASSAC
		Synclinal de Pauillac			Base	Sommet
7	Saint-Yzans. . .	6m 50	3m	9m 50	— 7m 60 à — 1m 10	à + 2m 40
7'	Saint-Seurin . .	7m 42	4m	11m 42	— 9m 42 à — 2m	à + 2m
8	Saint-Estèphe...	—	—	11m 74	— 14m 09 à m	à — 2m 35
9	Pauillac	8m 75	5m 85	14m 60	— 17m 50 à — 8m 75	à — 2m 90
10	Pauillac	8m 88	6m	14m 88	— 15m 37 à — 6m 49	à — 0m 49
13	Beychevelle . . .	11m 10	7m 31	18m 41	— 18m 91 à — 7m 81	à — 0m 50
14	Cussac		—	17m 45	— 16m 30 à — m	à + 1m 15
		Synclinal de Bordeaux				
19	Soussans	5m 15	5m 75	10m 90	— 8m 40 à — 3m 25	à + 2m 50
20	Margaux	6m 92	6m 18	13m 10	— 8m 30 à — 1m 38	à + 4m 80
21	Margaux	6m 56	17m 50	24m 06	— 15m 21 à — 8m 65	à + 8m 85
18	Cars	9m 95	9m 55	19m 50	— 4m à +	5m 95 à + 15m50
22'	Labarde	7m 40	6m 15	13m 55	— 27m à —	19m 60 à — 13m 45
22''	Labarde	7m 75	8m 65	16m 40	— 25m 50 à —	17m 75 à — 9m 10
22	Ile Cazeau	8m 50	12m 50	21m	— 38m 50 à —	30m à — 17m 50
23	Bourg	10m 25	—	—	— 56m 95 à —	46m 70
26	Bourg	13m 04	13m 70	26m 74	— 53m 94 à —	40m 90 à — 27m 20
24	Bourg	15m 84	8m 66	24m 50	— 56m 12 à —	40m 28 à — 31m 62
25	Prignac	17m	4m	21m	— 53 m à —	36m à — 32m
30	Saint-André . . .	9m 88	3m 95	13m 83	— 37m 38 à —	27m 50 à — 23m 55
32	Bruges	9m 50	4m 35	13m 85	— 45m à —	35m 50 à — 31m 15
	Rive droite :					
36	Bordeaux	7m 85	—	—	— 69m 25 à —	61m 40
35	Bordeaux	8m 51	—	—	— 68m 70 à —	60m 19
37	Bordeaux	10m 05	—	—	— 76m 50 à —	66m 45
39	Bordeaux	14m	—	—	— 80m 90 à —	66m 90
	Rive gauche :					
44	Bordeaux	23m 80	—	—	— 144m 80 à —	121m
43	Bordeaux	31m 85	—	—	— 157m 65 à —	125m 80
42	Bordeaux	24m 72	—	—	— 148m 87 à —	124m 15
55	Libourne	27m 61	74m 50	102m 11	— 154m79 à —	127m18 à — 52m68

cement de la *zone synclinale de Lamarque* depuis le début du Tertiaire.

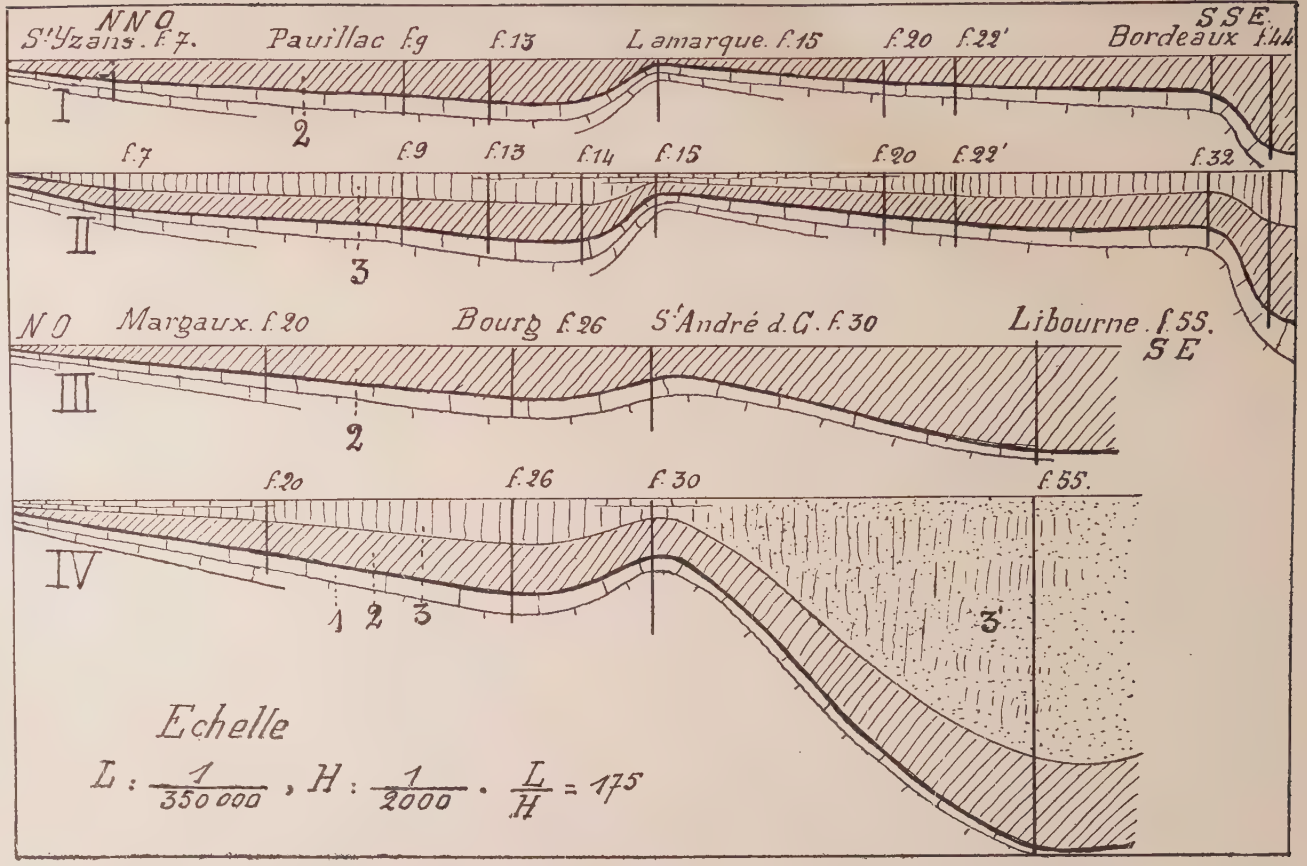


Fig. 8. — Les déformations du synclinal girondin pendant le dépôt des couches marines (2) et lacustres (3) de Plassac.

I : Calcaire de Blaye. — 3' : Sables fluviatiles du Libournais.

La progression suivie par ces phénomènes montre que la formation des unités tectoniques, d'abord très lente pendant l'Eocène inférieur, est devenue plus rapide pendant le dépôt du Calcaire de Blaye *et est arrivée à un maximum d'intensité pendant la formation des* couches marines et lacustres de Plassac.

Coupe de Margaux à Libourne (fig. 8, III, IV)

Dans la partie du Bassin traversée par la coupe, les couches à *O. Cucullaris* présentent, dans leur ensemble, une plus grande épaisseur que dans le *synclinal de Pauillac* (coupe III).

L'enfoncement de la partie nord du synclinal de Bordeaux, *réduit sur le flanc sud de l'*anticlinal de Lamarque-Blaye, *s'accentuait dans les régions de Bourg et de Libourne. Dans le Bourgeais, cet accroissement était dû à l'activité du* synclinal S^1 S^1 (fig. 7) *dont la formation avait commencé pendant la période précédente.*

Dans le Libournais, il correspondait au début d'une phase de subsidence très active qui devait se développer surtout pendant le dépôt des couches suivantes.

On voyait apparaître, en même temps, une zone de résistance à l'enfoncement dans la région de Saint-André-de-Cubzac.

Le *Calcaire lacustre de Plassac* (coupe IV) présente de grandes différences d'épaisseur. *On distingue encore pendant sa formation l'activité des unités tectoniques précédentes; mais le caractère dominant est donné par la formation de la* fosse du Libournais *et l'accentuation de la* zone anticlinale de Saint-André-de-Cubzac.

L'épaisseur des *couches lacustres et marines de Plassac* dans l'*anticlinal de Lamarque* (3 mètres), le *synclinal de Bourg* (26 m. 74), l'*anticlinal de Saint-André-de-Cubzac* (13 m. 83) et le *synclinal de Libourne* (102 m. 11) exprime l'intensité de la subsidence dans ces différentes parties du Bassin. Par rapport à la *zone anticlinale de Lamarque,* cette intensité est donc représentée par les nombres 8,90 (26,74/3) pour le *synclinal de Bourg,* 4,61 (13,83/3) pour l'*anticlinal de Saint-André-de-Cubzac* et 34 (102,11/3) pour le *synclinal de Libourne.*

Les nombres 8 et 8,9 montrent que la subsidence a été sensiblement la même dans les *synclinaux* S^1 S^1 et S^2 S^2 (fig. 7)

et deux fois plus importante que dans le *synclinal S S* (Pauillac).

Le nombre 34 fait ressortir que le fait essentiel de la période est la formation de la *fosse du Libournais.*

L'affaissement de la partie orientale du *synclinal de Bordeaux* a été provoqué par la rigidité relative de la partie nord du Bassin girondin et par la résistance à l'enfoncement de la *zone anticlinale* A^1 A^1.

L'importance de la subsidence dans la région du Libournais montre encore que la production d'un dépôt continental important comme les *Sables fluviatiles* est due, non à un relèvement du continent, mais à l'avance du comblement sur l'enfoncement.

Les dépôts sableux entraînés par les courants atteignaient la *zone anticlinale de Saint-André.* Au delà, dans le bassin *synclinal* S^1 S^1, limité à l'Ouest par l'*anticlinal* A^1 A^1, les eaux calmes laissaient se déposer des argiles.

Enfin, dans la partie nord de ce bassin, éloignée de la zone d'arrivée des apports détritiques, s'étendait le grand lac du Blayais dans lequel s'effectuait le dépôt de calcaires plus ou moins argileux. La mer se trouvait rejetée sur le flanc occidental de la *zone anticlinale* A^1 A^1.

La répartition des facies des couches lacustres de Plassac *est donc étroitement dépendante de l'activité des unités tectoniques en voie de formation.*

En résumé, la période pendant laquelle s'est effectué le dépôt des *couches marines et lacustres de Plassac* possède trois caractères essentiels :

1° *Elle continue exactement l'évolution du plan structural des périodes antérieures.*

2° *Elle représente une phase maximum des déformations du Bassin, c'est-à-dire de la production des unités tectoniques secondaires* S^1 S^1, S^2 S^2, A^1 A^2 (fig. 7) ;

3° *Elle s'oppose par ces deux caractères à la période qui suit.*

Nous trouvons dans ces trois caractères un argument d'ordre tectonique pour rattacher les couches marines et lacustres de Plassac *au* Calcaire de Blaye *et pour les comprendre dans l'Eocène moyen.*

L'ÉOCÈNE MOYEN DANS LES AFFLEUREMENTS SUR LES DEUX RIVES DE LA GIRONDE

Les affleurements du Médoc, sur la rive gauche de la Gironde, à Listrac et à Couquèques, ne constituent que deux pointements très limités du puissant massif calcaire souterrain que nous venons d'étudier. Pour comprendre leur signification il ne faut point les séparer de ceux de la rive droite, de Blaye et de Saint-Palais, bien connus par leur faune d'Echinides, mais encore mal définis au point de vue stratigraphique. Nous y joindrons le gisement de Pédelail (Landes), qui a été rapproché du *Calcaire de Blaye,* et dont les relations avec les couches éocènes des Landes pourront éclairer la stratigraphie du Bassin de la Gironde.

Dans nos descriptions, partout où le *Calcaire de Blaye* est surmonté par des formations plus récentes, nous définirons ses relations avec elles : nous étudierons séparément, sur les deux rives, le *Calcaire de Blaye* et les *couches marines et lacustres de Plassac.*

Notre but sera d'établir ainsi les limites et la constitution de l'Eocène moyen, c'est-à-dire du Lutétien de la Gironde.

BLAYE (fig. 9)

Le Calcaire de Blaye (s. str.)
(fig. 10, 11, 12, 13, 14)

Le *Calcaire de Blaye* affleure sur la rive droite de la Gironde sur une distance de 25 kilomètres depuis Saint-Ciers-sur-Gironde jusqu'à Plassac. Il forme dans cette région, d'après les contours de la Carte géologique (feuilles Lesparre et Bordeaux), une auréole continue comprise entre les formations qui le recouvrent et les alluvions récentes qui bordent le fleuve.

Nous partirons de la ville de Blaye autour de laquelle se trouvent les gisements désignés par les différents auteurs sous les noms de « carrière de la Citadelle » (gis. 1), « carrière de la rue des Maçons » (gis. 2), « carrière de la Cave » (gis. 3), « carrière de l'Octroi » (gis. 4) et « falaise de Plassac » (gis. 5).

De ces gisements nous nous éloignerons vers les bordures.

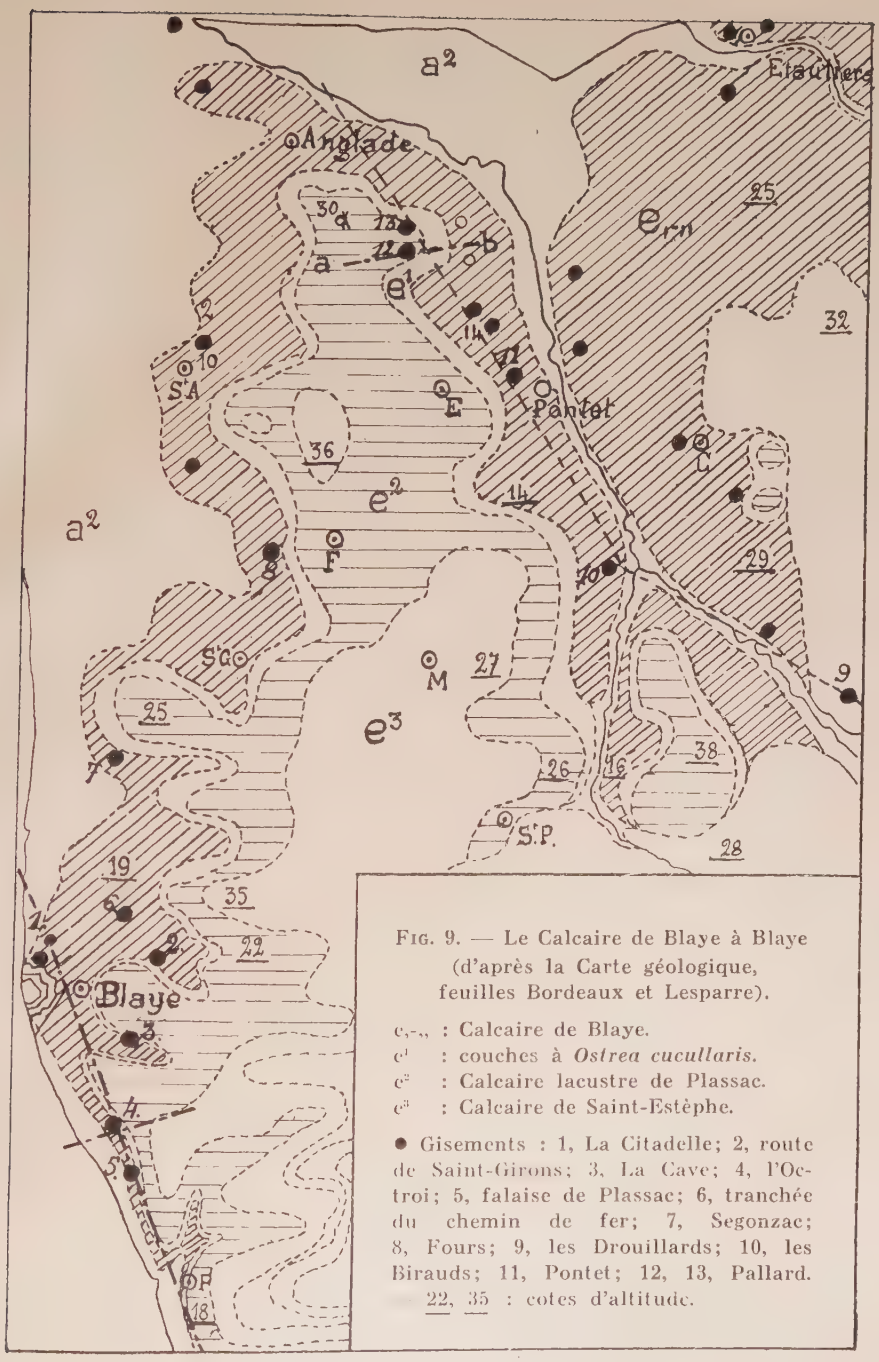


FIG. 9. — Le Calcaire de Blaye à Blaye (d'après la Carte géologique, feuilles Bordeaux et Lesparre).

e_{1-4} : Calcaire de Blaye.
e^1 : couches à *Ostrea cucullaris*.
e^2 : Calcaire lacustre de Plassac.
e^3 : Calcaire de Saint-Estèphe.

● Gisements : 1, La Citadelle; 2, route de Saint-Girons; 3, La Cave; 4, l'Octroi; 5, falaise de Plassac; 6, tranchée du chemin de fer; 7, Segonzac; 8, Fours; 9, les Drouillards; 10, les Birauds; 11, Pontet; 12, 13, Pallard.

22, 35 : cotes d'altitude.

Carrière de la Citadelle et ancienne carrière de l'Abattoir (fig. 10)

M. Lambert [231, 3e partie] en donne la description suivante :

« Les couches inférieures de calcaire grenu, solide, en gros bancs, peu riches en fossiles, se voient dans les fossés de la Citadelle et dans la grande carrière abandonnée ouverte à côté. Elles se retrouvent en montant à la carrière de l'Abattoir, dans le chemin d'accès où j'ai recueilli *Gualtieria Orbignyi* avec *Echinolampas Linderi*. Ce dernier n'est pas rare dans les bancs inférieurs exploités, que couronnent les bancs oolithiques à *Echinolampas stelliferus*, du sommet des fossés de la Citadelle. »

Cette description est exacte pour les faces sud et est de la carrière, mais il n'y a là qu'un thème général qui change rapidement vers le Nord.

Déjà, dans le chemin d'accès *D*, les bancs épais de la base ont disparu et sont remplacés par des blocs discontinus, noyés dans une masse marno-argileuse blanche, où apparaît, au sommet, un mince niveau sableux renfermant des ossements roulés d'*Eotherium*. C'est dans ce facies marneux que nous avons recueilli de nouveau *Gualtieria Orbignyi*.

En passant dans la carrière *C* on retrouve, dans les fronts sud et est, les bancs inférieurs de calcaire dur, surmontés par les couches à *Ech. stelliferus*. Ces deux assises sont ici nettement tranchées, si nettement même qu'en certains points un mince niveau argileux les sépare et fait penser à une discordance ou du moins à un changement brusque des conditions de la sédimentation (vue 1, fig. 11).

L'assise inférieure montre, à la base, un banc dur de calcaire à grain fin, miliolitique, pauvre en fossiles. Vient ensuite une assise plus grossière, de 1 mètre environ, renfermant de nombreux débris d'Echinides. Au-dessus, et faisant suite au précédent, se trouve un calcaire jaunâtre compact, renfermant en grande abondance de grands *Orbitolites complanatus* déposés horizontalement. L'ensemble du calcaire compact de l'assise inférieure a une épaisseur visible de 3 mètres environ. A la Citadelle elle a de 6 à 8 mètres. A la base on a observé une marne bleuâtre, sans faune caractéristique. La couleur gris bleuâtre des dépôts est très fréquente dans le Calcaire de Blaye du forage voisin de Lamarque.

L'assise suivante, à *Ech. stelliferus*, se présente ici en bancs plus ou moins continus séparés par un sable calcaire presque exclusivement formé de Milioles.

On observe successivement de bas en haut (fig. 11) : sable calcaire, 1 mètre; banc dur, 1 mètre; sable calcaire, 0 m. 50; bancs et blocs discontinus noyés dans le sable calcaire, 1 m. 50.

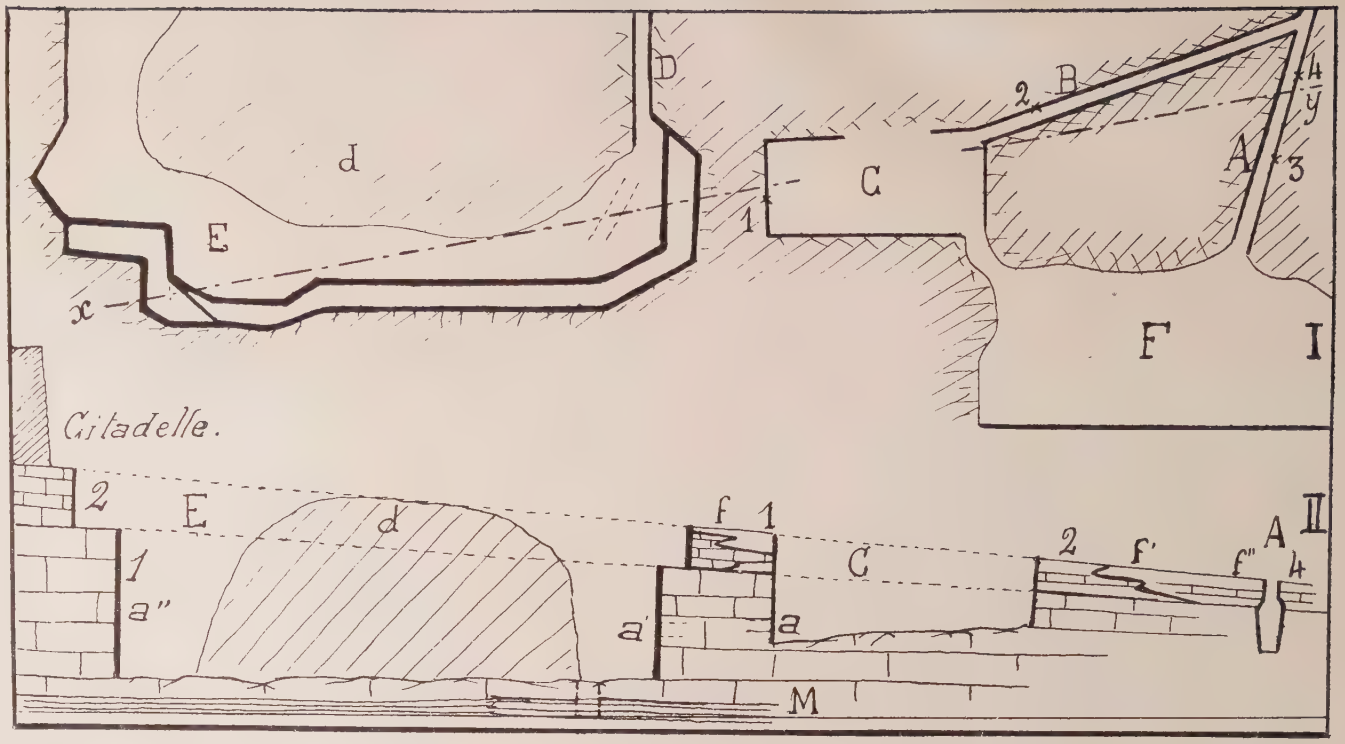


FIG. 10. — Le Calcaire de Blaye à la Citadelle de Blaye.

I. Plan. — II. Coupe x y.

E : carrière de la Citadelle. — C F : anciennes carrières de l'Abattoir. — A B D : chemins d'accès. — d : déblais. — M : marnes bleues de la base. — 1 : calcaire compact. — 2 : couches à *Echinolampas stelliferus*. — a a' a'' : niveau à *Echinanthus Desmoulinsi* et *Echinolampas Archiaci* globuleux. — En traits forts : anciens fronts de taille. — En traits épais : fronts de taille en 1936-37.

Dans le chemin d'accès *B*, on voit les couches à *Ech. stelliferus* s'abaisser, diminuer d'épaisseur et changer de facies.

Le plongement vers le Nord est suffisant pour amener les couches au niveau des alluvions récentes à la rencontre des chemins *A* et *B*.

Le facies caractéristique, avec de nombreux *Ech. stelliferus*, ne dépasse pas, dans le chemin *B*, la position 2. On reconnaît là encore, mais réduite et simplifiée, la succession des couches déjà rencontrées. Plus loin, les caractères lithologiques changent. On trouve, dans la position 3, de bas en haut, une masse marno-calcaire blanche, une mince assise sableuse et un banc de calcaire dur renfermant de nombreux grains de quartz.

Mais c'est dans le chemin d'accès *A* que l'on peut bien étudier ce nouvel aspect de l'assise inférieure. Des deux côtés et sur toute la longueur du chemin, on voit sur une épaisseur moyenne de 2 mètres la masse marneuse blanche déjà rencontrée, surmontée par les couches détritiques suivantes, de bas en haut :

1° Sable verdâtre et gravier, débris roulés d'Huîtres, nombreux fragments d'ossements d'*Eotherium;* épaisseur : 0 m. 50 environ;

2° Banc de calcaire dur renfermant en grande abondance des grains de quartz grossiers et des ossements d'*Eotherium;* épaisseur moyenne : 0 m. 50;

3° Sable fin verdâtre : 0 m. 25;

4° Banc calcaire à nombreux grains de quartz : 0 m. 30.

Un peu plus loin, en *4* (fig. 11, III), on observe la même succession, mais le banc inférieur de calcaire quartzeux est interrompu et les deux assises sableuses sont constituées par un sable fin verdâtre. *La couche inférieure de sable fin se superpose aux marnes blanches selon une ligne très tranchée et sinueuse, formant de véritables poches de ravinement.* Le changement brusque de facies ainsi que l'existence d'une ligne de ravinement montrent qu'il s'est produit une oscillation entraînant un relèvement du fond du bassin et la destruction partielle de la partie supérieure du dépôt antérieur. C'est ce même fait qu'exprimait le changement brusque des caractères de la sédimentation entre les deux grandes assises de la carrière *C* (vue 1, pl. I).

De ces observations ressortent deux conclusions :

1° *Les couches à* Ech. stelliferus *de la Citadelle passent latéralement, au voisinage même de la Citadelle, à des couches détritiques de rivage, prélude de l'émersion du bassin.*

2° *Les positions altimétriques que présentent, actuellement les différentes couches sont inverses de celles qui existaient au moment de leur dépôt :* les calcaires compacts de la Citadelle et les couches à *Ech. stelliferus* se trouvaient sous une épaisseur

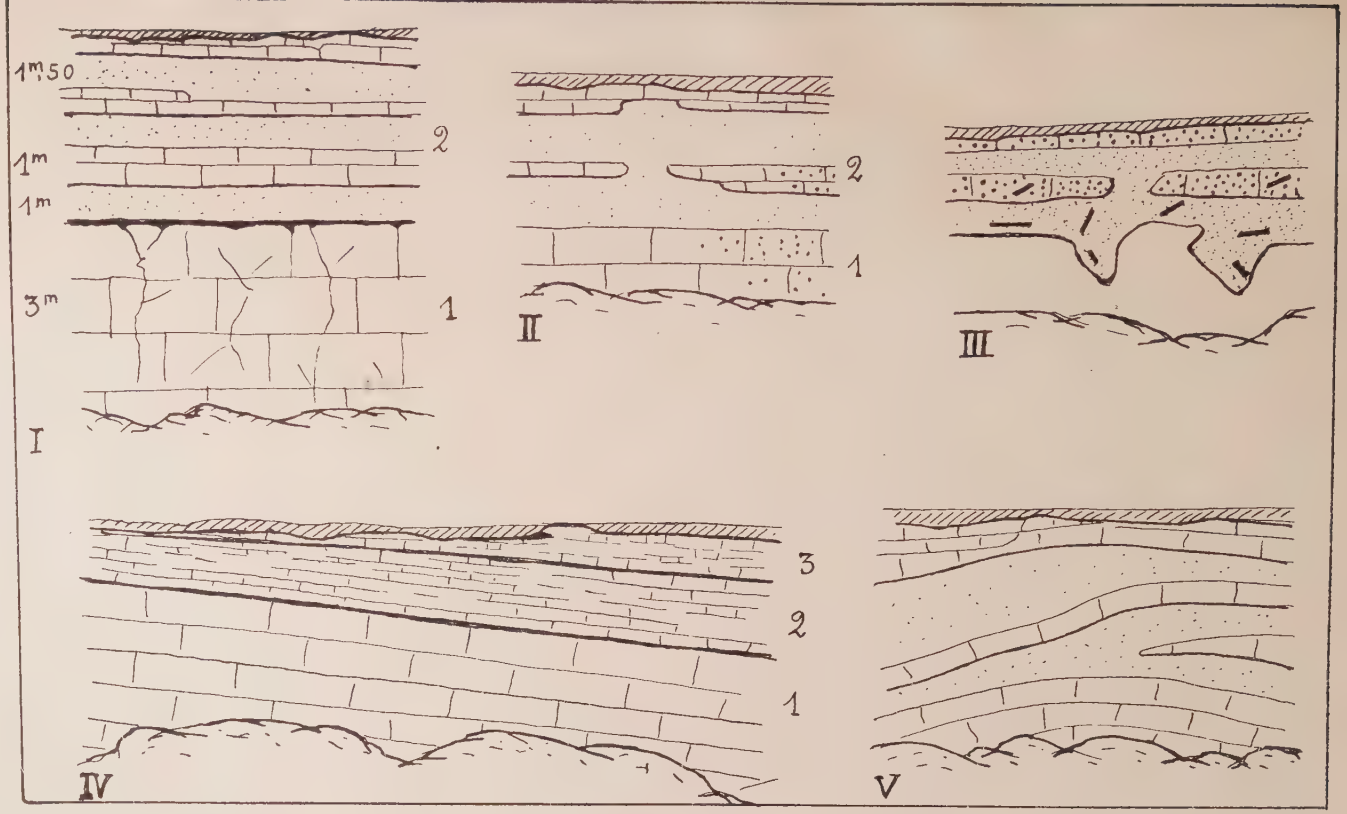


Fig. 11. — Les facies du Calcaire de Blaye.

I. Carrière de la Citadelle (fig. 10, I, 1; vue n° 1). — II, III. Passages latéraux. — IV. Carrière de la Cave (vue n° 2). — V. Falaise de Plassac.

1 : calcaire compact à Milioles. — 2 : couches à Echinides. — 3 : couches à *O. cucullaris*.

d'eau plus grande que la bordure littorale *A*, aujourd'hui plus basse (fig. 10, coupe II).

Le Calcaire de Blaye au Nord-Est de Blaye

La signification donnée aux couches à *Ech. stelliferus* de la Citadelle se vérifie dans la bordure du *Calcaire de Blaye*, qui s'étend vers le Nord-Est, sur les communes de Saint-Martin, Saint-Paul, Mazion, Saint-Genès, Fours, Eyrans, Saint-Androny et Anglade.

Linder donne, pour cette région, les indications suivantes : « Au delà de Saint-Martin les assises deviennent de plus en plus quartzifères; à Cartelègue et à Saint-Androny les lits de sable alternent avec les calcaires arénifères.... » (*Notice*, feuille Lesparre).

Il nous avait paru anormal de trouver des influences littorales si avancées vers l'Ouest dans le synclinal de Pauillac où les dépôts ont été puissants et franchement marins.

Effectivement, dans cette région, les dépôts ont un facies calcaire. La description sommaire de quelques gisements va le montrer.

Dans la commune de Mazion, au bas des Birauds (gis. 10), sur la rive gauche du ruisseau de Pontet, près de la cote 14, on trouve en affleurement un calcaire miliolitique jaunâtre en plaquettes à grain assez fin. Les influences littorales ne s'y manifestent que par quelques minces niveaux de calcaire graveleux. Avec la faune habituelle des Mollusques on y trouve *Echinanthus Desmoulinsi* et *Echinolampas stelliferus*.

Dans la commune d'Eyrans (gis. 11), le *Calcaire de Blaye* forme des bancs plus épais. Le calcaire blanc jaunâtre, assez tendre et miliolitique, avec niveaux pulvérulents, renferme de grands *Orbitolites complanatus* et les Mollusques caractéristiques.

Les Echinides y sont représentés par *Brissoides Croizieri* et *Echinolampas stelliferus*. Les exemplaires de cette dernière espèce rappellent ceux de la partie inférieure de la Citadelle; ils ont les pétales peu saillants, sont plus régulièrement bombés et n'ont point leur interambulacre postérieur déclive. A côté de ces échantillons, dont les caractères sont ceux d'*Ech. Archiaci*, on en trouve d'autres qui sont nettement du type *Ech. stelliferus*.

Ce gisement est surmonté, au bas des pentes du coteau d'Eyrans, par les couches à *O. cucullaris*.

A droite de la route de Pontet à Anglade, peu après le gisement 11, on trouve des creusements temporaires où l'on exploite les sables quartzeux grossiers de cette assise. A partir d'Etauliers, vers le Nord et vers l'Est, en surface comme dans les forages, on ne trouve plus que le facies sableux.

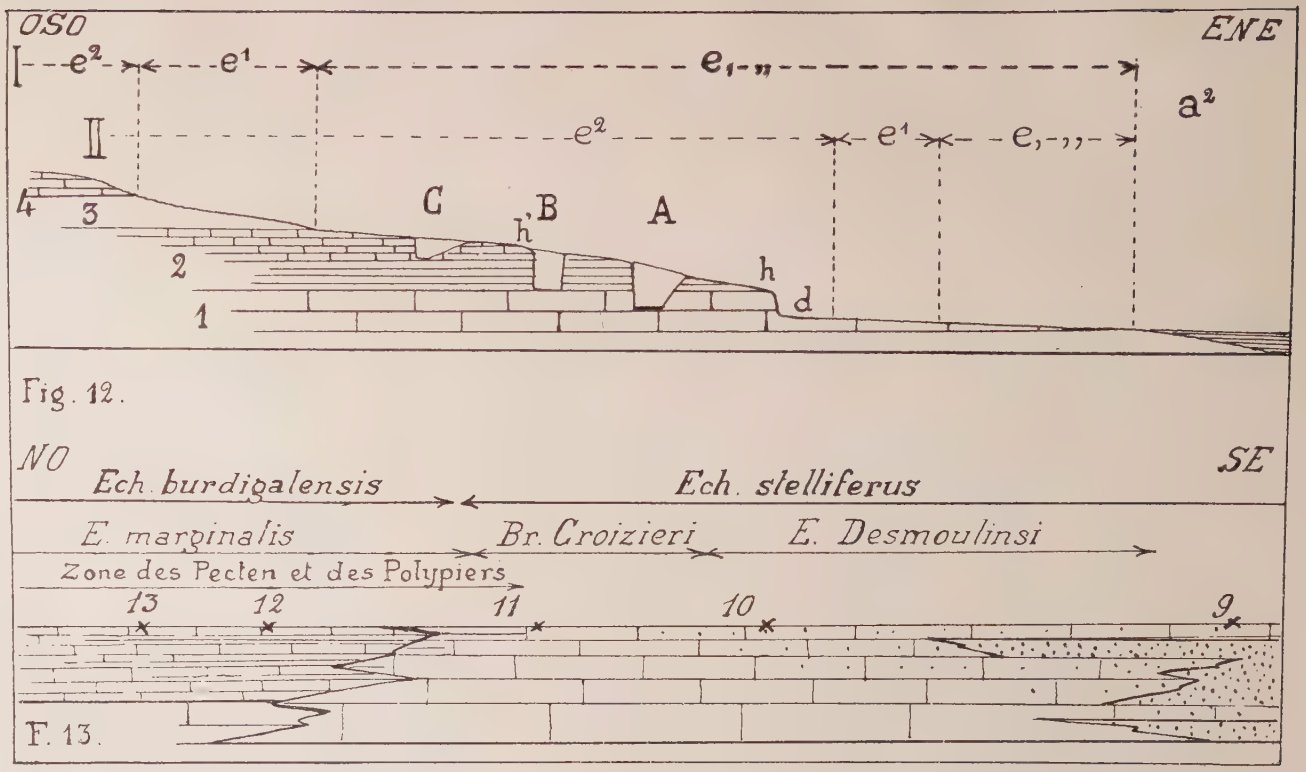


Fig. 12. — Le Calcaire de Blaye au SE d'Anglade. (Explications dans le texte.)

Fig. 13. — Répartition schématique des facies et des Echinides dans l'assise supérieure du Calcaire de Blaye, des Drouillards à Anglade.

En continuant vers le Nord, dans la commune d'Anglade (gis. 12, 13), sur les pentes du coteau qui domine les hameaux de Guillonnet et de Pallard, on peut faire des observations intéressantes. (Sur ce point les indications du relief et les contours géologiques sont inexacts.)

La route d'Anglade, qui passe par ces hameaux, suit une plaine faiblement inclinée qui domine de peu les marais de la Vergne. Le *Calcaire de Blaye* s'élève sur les pentes du coteau et occupe tout l'emplacement marqué e^1 (couche à *Ostrea cucullaris*) et une partie notable de celui qui est réservé à e^2 *(Calc. lacustre de Plassac)*. La coupe de la figure 12, au-dessus du hameau de Guillonnet, montre la composition du *Calcaire de Blaye* au SO d'Anglade.

Dans le creusement *A*, exploité sur une épaisseur de 3 mètres environ, on trouve à la base un calcaire blanc verdâtre, compact, présentant le facies caractéristique des calcaires lacustres. Mais on y observe des Milioles, de rares Mollusques et de grands *Orbitolites complanatus*.

Les lambeaux de ce calcaire qui se rencontrent en *d*, au-dessous du chemin *h* ont pu faire croire qu'il s'agissait de la couche lacustre e^2.

Au-dessus, vient une assise argileuse avec des nodules calcaires renfermant quelques Mollusques, *Echinodiscus marginalis* et *Fibularia Lorioli*.

Cette couche est complète dans le creusement *B*. L'argile marneuse renferme en grande abondance de nombreuses espèces de Mollusques; les genres *Chlamys, Pecten, Cardium* dominent, dont *Chlamys subtripartitus, Gonocardium Heberti* et *Lithocardium dilatatum*. Nous avons également trouvé une petite Huître qui paraît se rapporter à *O. cucullaris*.

Le creusement *C* montre au-dessus un calcaire jaunâtre, en plaquettes, renfermant encore des Polypiers, des Mollusques et *Echinodiscus marginalis*.

Un peu plus loin, au point culminant du chemin, au-dessus du hameau de Pallard, ces couches passent à un calcaire blanc argileux renfermant, avec des Mollusques, *Echinodiscus marginalis* et *Echinolampas burdigalensis*.

La comparaison de la répartition des terrains selon les lignes I et II de la figure 12 montre les corrections qu'il convient d'apporter dans cette région au tracé de la Carte géologique (ligne II).

En résumé, on constate un changement de facies sur une courte distance et en même temps l'apparition d'autres espèces d'Echinides. Ech. burdigalensis en particulier semble avoir recherché les eaux calmes car on le trouve le plus souvent dans les calcaires argileux. *La présence de l'espèce en ce point*

montre qu'elle se développait au Nord de Blaye en même temps qu'*Ech. stelliferus* qui vivait non loin de là (gisements d'Eyrans) dans des couches contemporaines plus littorales.

Dans cette partie de la commune d'Anglade le *Calcaire de Blaye* s'est déposé dans une zone assez éloignée du rivage. Mais il occupe, en ce point, une position plus élevée que les autres affleurements de la région.

Par contre, à Saint-Androny (gis. 10), à 2 kil. 500 au Sud-Ouest et près du niveau des alluvions récentes, on trouve un calcaire en plaquettes renfermant en abondance les grains de quartz des facies détritiques littoraux.

En rapprochant les gisements 10 et 13 on voit qu'un relèvement des couches donne à celles-ci, comme à la Citadelle de Blaye, des relations altimétriques inverses de celles de leur dépôt. Le relèvement du bassin n'a pas seulement entraîné passivement les couches qui venaient de se mouler sur les grandes lignes de déformation du bassin, mais il a également, à une époque postérieure que nous préciserons, ployé les couches elles-mêmes de manière à superposer un accident anticlinal de surface à une zone synclinale.

Les phénomènes d'ordre tectonique qui s'observent ici sont extrêmement atténués et échappent au premier abord à l'observation directe; mais ils sont suffisants pour imprimer au pays son relief et ses caractères dominants.

De Saint-Androny à Saint-Martin on se rapproche des facies connus des gisements de Blaye : les gisements de Segonzac, à 2 kil. 500 au Nord de Blaye, renferment la faune d'Echinides des couches dites supérieures : *Echinolampas burdigalensis, Brissoides Croizieri, Echinodiscus marginalis, Schizaster Archiaci, Fibularia affinis* et *Hebertia Gacheti.*

On voit que les *Echinides constituent au Nord de Blaye des associations très variables selon les facies. Parmi les espèces de ce groupe* Echinolampas stelliferus *suit la loi commune avec la seule différence que c'est l'espèce d'*Echinolampas *qui a pu vivre dans les facies littoraux.* On trouve encore la preuve de ce fait dans les affleurements du *Calcaire de Blaye* situés au delà du ruisseau de Pontet sur le territoire des communes de Cartelègue, Etauliers et Générac. Il n'est pas dans le cadre de notre étude de décrire cette région : nous nous bornerons à donner le relevé d'une coupe présentée par M. Glangeaud, aux Drouillards, commune de Générac, à 10 kilomètres au Nord-Est de Blaye, à une altitude de 20 mètres environ.

Succession des couches à partir de la base :

1. Argile sableuse jaune, épaisseur dans un forage voisin	2 m. 60
2. Banc calcaire à *Echinolampas stelliferus*	0 m. 40
3. Sable argileux et ferrugineux à ossements de Vertébrés	0 m. 40
4. Gravier avec sable calcaire à Gastéropodes	1 m. 50
5. Sable calcaire jaune à *Echinolampas stelliferus.*	0 m. 40

La couche suivante, terminant la coupe, est une « argile verte sableuse » à Huîtres, qui représente la couche à *O. cucullaris.*

Echinolampas stelliferus se trouve donc ici encore à la partie terminale du *Calcaire de Blaye.*

Les gisements de Générac (Les Drouillards), de Mazion, d'Eyrans (Le Pontet) et d'Anglade (Guillonnet et Pallard), *occupent la même position stratigraphique.* On trouve *Ech. stelliferus,* seul dans le 1er gisement à facies franchement littoral, accompagné, comme à la Citadelle, par *Echinanthus Desmoulinsi* dans le 2e, et par *Brissoides Croizieri* dans le 3e. Enfin, dans les gisements d'Anglade où le calcaire argileux domine, il est remplacé par *Echinolampas burdigalensis. Ce remplacement correspond à un changement de facies et non à une succession dans le temps.*

Le schéma de la figure 13 résume ces observations :

Les couches à Echinolampas stelliferus *de la Citadelle et de la bordure nord-est du Bassin girondin constituent par conséquent le facies littoral de l'assise terminale du niveau supérieur du* Calcaire de Blaye.

C'est donc à tort que Matheron, Vasseur, Benoist et M. Lambert lui avaient donné la signification de *niveau inférieur.*

Carrière de la route de Saint-Girons a Echinolampas blaviensis

Les couches exploitées dans cette carrière devraient, d'après M. Lambert, représenter le *niveau moyen* de Blaye et se superposer aux couches de la Citadelle.

Aucun argument tiré de l'observation ne permet de leur donner une telle position stratigraphique. Celle-ci a été déduite uniquement de la présence d'une espèce d'*Echinolampas* qui paraît présenter des rapports de filiation avec *Ech. stelliferus.* Cette espèce, *Ech. blaviensis,* doit être, on le verra, interprétée d'une manière différente.

La carrière de la route de Saint-Girons montre des changements

de facies en des points rapprochés. A l'entrée, à gauche, la partie inférieure est constituée par des bancs compacts qui rappellent ceux de la Citadelle. La partie supérieure présente des bancs discontinus séparés par des niveaux de sable miliolitique, qui augmentent d'importance en s'éloignant vers le front de taille principal.

Le fait principal à retenir est que, ni au sommet de la carrière, ni dans les pentes du coteau qui la domine, on ne trouve les couches de Plassac à Mollusques et à Echinides, mais que l'on passe directement à la couche à *O. cucullaris* surmontée par le *Calcaire lacustre de Plassac.*

Les couches à *Ech. blaviensis* dites « moyennes » occupent donc au sommet du *Calcaire de Blaye* la même position stratigraphique que les couches à *Ech. stelliferus* dites « inférieures » et que les couches « supérieures à *Ech. burdigalensis* ».

Carrière de la Cave (fig. 11, IV; vue 2, pl. I)

Le front de taille principal, dirigé Est-Ouest, a une hauteur de 6 mètres environ. On y observe trois assises bien distinctes.

De la base à la moitié de la hauteur, c'est un calcaire miliolitique gris bleuâtre, compact et dur, analogue à celui de l'assise inférieure de la Citadelle. Le pendage est marqué vers l'Est. Certains bancs ont de nombreux grains de quartz.

Au-dessus, sans transition, vient une assise d'un calcaire gréseux jaunâtre, en bancs discontinus séparés par un sable miliolitique plus ou moins argileux. Cette assise, amincie vers l'Ouest, semble discordante sur la précédente; de grands *Echinanthus Desmoulinsi*, roulés et perforés, paraissent indiquer qu'il y a eu destruction sur place d'une couche déjà consolidée.

La face est de la carrière montre un pendage vers le Nord, de sorte que l'ensemble des assises plonge en direction ENE.

La couche 2 cesse brusquement et est remplacée par une nouvelle dans laquelle ne se trouve plus la faune d'Echinides. Elle est formée par des blocs discontinus d'un calcaire blanc renfermant à la partie supérieure des niveaux argileux dont le dernier présente de nombreux débris d'une petite Huître plissée, *O. cucullaris* et des fragments roulés d'une grande Huître. Les mêmes débris se retrouvent dans la vigne adjacente; ils sont recouverts par le calcaire lacustre dans la petite butte, distante de 150 mètres environ, qui supporte un moulin.

Cette succession est identique à celle de la Citadelle; nous la retrouverons encore sur la bordure sud-ouest du coteau de Sainte-Luce, à la carrière de l'Octroi.

L'assise 3 serait donc un facies particulier de la couche à *O. cucullaris*. Nous y avons recueilli quelques Mollusques et deux exemplaires de *Fibularia affinis*.

L'assise 2 renferme de nombreuses espèces d'Echinides. *Echinolampas burdigalensis* y est assez commun, mais les individus, circulaires, à face supérieure bombée et de taille assez réduite, présentent un aspect différent de ceux de la carrière de l'Octroi; ils semblent avoir trouvé là des conditions de vie moins favorables. Il en est de même d'*Echinodiscus marginalis;* les individus sont nombreux, mais de petite taille; les formes jeunes abondent. Par contre *Echinanthus Desmoulinsi* y atteint une grande taille. Nous y avons recueilli également le moulage d'un exemplaire de très grande taille de *Gualtieria Orbignyi* (60 mm. et 35 mm.).

Cidaris Lorioli et l'espèce connue sous le nom d'*Hebertia Gacheti* ont dû trouver là des conditions favorables, car les radioles de ces deux espèces sont très communs. Enfin nous avons recueilli encore dans ce gisement *Schizaster Archiaci* et *Cælopleurus Delbosi*.

En résumé, les assises de la Cave traduisent les mêmes phénomènes que celles de la Citadelle. Après le dépôt d'un calcaire massif à Milioles et *Orbitolites complanatus*, correspondant à une mer assez profonde, une oscillation tectonique a surélevé les dépôts formés au niveau des influences littorales. Il en est résulté un changement de facies et la constitution d'associations fauniques variables selon la proximité des rivages.

Une nouvelle oscillation tectonique, accentuant le mouvement d'émersion, a produit des phénomènes du même ordre et de même direction : les nouveaux dépôts tranchent par leur composition sur les précédents qu'ils ravinent plus ou moins. La faune de la période antérieure ne peut plus vivre et émigre au large, tandis que les rivages sont envahis par les Huîtres. *Ces phénomènes appartiennent à un même cycle sédimentaire.*

Carrière de l'Octroi (Sainte-Luce) et falaise de Plassac (gis. 4, 5)

Ces gisements sont célèbres par leur faune d'Echinides et de Mollusques; ils ont constitué « *l'étage supérieur* » de Blaye; Matheron le décrit ainsi : « Celui-ci est presque entièrement composé par une assise rocheuse dont la cassure présente presque partout une innombrable quantité d'empreintes de coquilles et des myriades de Foraminifères. »

Pour Vasseur [311, p. 401], c'est le *Calcaire supérieur de Blaye*

à Echinolampas girondicus : « cette assise, au moulin de Ler... sur la route de Blaye à Plassac,... se compose... d'un calcaire grossier à *Milioles* et *Orbitolites complanatus*,... vers sa partie supérieure, elle offre des bancs plus compacts à nombreuses empreintes de *Cerithium angulosum, Cerith. interruptum,* etc... et *Natica Studeri* ». Benoist, en 1888, dans son *Esquisse,* appelle la même assise les « *Couches supérieures à Echinolampas affinis* et *Cerithium angulosum* ».

Enfin, pour M. Lambert, les mêmes couches deviennent les « *Couches à Echinolampas burdigalensis* » et représentent la 4e zone, la plus élevée, de son échelle des Echinides.

Pour tous ces auteurs, il s'agit toujours de la même formation. Mais il convient de souligner à nouveau que *jamais aucun fait d'observation d'ordre stratigraphique n'est venu justifier le terme de « supérieur »*, par rapport aux couches de la Citadelle.

Description des couches. — En aucun point on n'observe de bancs calcaires continus et compacts.

Les bancs durs dominent sur le front de taille principal, ils diminuent d'importance dans la direction de la ville, de sorte que, dans les faces nord et ouest de la carrière, ils ne constituent plus que des blocs isolés noyés dans une marne argileuse.

La faune de Mollusques, dans le front de taille principal, est localisée dans la partie supérieure sur une épaisseur qui ne dépasse pas 1 m. 50. A l'extrémité sud de la carrière elle est au sommet.

Enfin on la trouve au contraire à la base dans l'angle nord où elle est là extrêmement riche.

Les Echinides sont particulièrement nombreux dans l'assise supérieure, et principalement dans le calcaire sableux.

Le facies plus argileux de l'angle nord renferme seulement *Echinolampas burdigalensis, Echinodiscus marginalis* et *Echinanthus Desmoulinsi.*

Cette répartition des espèces montre que les associations fauniques sont extrêmement localisées.

La falaise de Plassac présente les mêmes caractères. Au niveau du four à chaux, les bancs de calcaire compact affectent la distribution représentée par la coupe V de la figure 11.

Il est visible que les bancs durs ne constituent pas des niveaux déterminés. Dans la description des forages, il ne faut pas par conséquent attacher une importance absolue au changement de facies des deux couches successives.

C'est dans la falaise de Plassac, à la partie supérieure, que Linder avait signalé *Ech. stelliferus.* M. Neuville y a trouvé en 1934 *Ech. Archiaci* typique.

Dans l'ensemble, les dépôts ont un caractère littoral marqué. Ils

sont surmontés sur tous les points par la couche 3 à *O. cucullaris.* Au niveau du four à chaux cette couche est très réduite, de telle sorte que le *Calcaire lacustre* se trouve au niveau de la route.

Les couches de la falaise de Plassac, à partir de ce point, accentuent leur plongement au Sud-Est et disparaissent au bas des pentes du ruisseau et sous les premières maisons du village.

Conclusions. — L'étude de l'affleurement du *Calcaire de Blaye,* autour de Blaye, conduit aux conclusions suivantes :

1° *Les divisions établies dans les couches de Blaye, d'après la répartition des Echinides, par* MATHERON, VASSEUR, BENOIST *et* M. LAMBERT, *ne peuvent être maintenues. Les couches à Echinides appartiennent à un même niveau, lequel constitue l'assise terminale du* Calcaire de Blaye *proprement dit.*

Les associations et les formes de certaines espèces d'Echinides ne résultent donc pas de leur situation dans des couches appartenant à des niveaux stratigraphiques successifs, mais de leurs relations avec des facies différents d'un même niveau.

2° *Les couches du* Calcaire de Blaye *présentent en surface des pendages qui définissent un bombement très atténué :* pendage au Nord et au Nord-Ouest à la Citadelle, à l'Est à la Cave et au Sud à Plassac. Le pendage vers l'Ouest ne peut être saisi par suite de la disparition des couches sur l'emplacement de la rivière, mais nous l'avons constaté indirectement par la position de la limite supérieure du *Calcaire de Blaye,* laquelle est à Cussac à — 16 mètres. L'alignement Cussac (f. 14) l'Octroi, Cars (f. 1), qui donne pour la limite supérieure les altitudes de — 16 mètres, + 12 mètres, — 4 mètres, définit *en surface le bombement de Blaye, lequel représente ainsi, sur la rive droite, la partie orientale de l'*anticlinal de Listrac-Blaye *que nous avons rencontré en profondeur et défini dans les forages.*

3° Dans les carrières de la Cave et de l'Octroi, l'assise 3, dite « couche à *O. cucullaris* », correspond à la fin d'une régression qui avait commencé pendant le dépôt de la couche à Mollusques et Echinides. *Terminant ainsi un long cycle de sédimentation marine dû à l'affaissement du* synclinal girondin, *elle ne peut pas être séparée du* Calcaire de Blaye.

Nous nous écartons ici de l'opinion admise qui veut, depuis MATHERON, que les couches à *O. cucullaris* forment avec le *Calcaire lacustre* superposé un nouvel étage, entièrement distinct du *Calcaire de Blaye.*

Nous reviendrons sur cette question. Nous rappelons cependant ici que *l'évolution de la tectonique du* synclinal girondin *montre une continuité absolue entre les couches à Mollusques et Echinides de Blaye et les couches à* O. cucullaris (fig. 4, 6, et 8).

Les couches à O. cucullaris et le Calcaire lacustre de Plassac sur la rive droite de la Gironde

Couches a O. cucullaris

Celles-ci se trouvent, avec le facies et le fossile qui ont servi à les caractériser, aux abords de Plassac, dans les fossés de la route.

Cette assise, dit Gosselet [212], comprend « une couche d'argile grise épaisse de 1 m. 50, plastique à la base, schistoïde plus haut et renfermant un banc d'une Huître très voisine de l'*O. cochlearia.* C'est là que Dufrenoy a trouvé des rognons de gypse et de sulfate de strontiane ». Nous ajoutons qu'on voit, à la base, des blocs de calcaire argileux gris verdâtre renfermant quelques Mollusques et des concrétions de carbonate de calcium; puis vient une argile jaune verdâtre renfermant encore de petits nodules calcaires et en grande abondance la petite Huître désignée comme étant *O. cucullaris;* des fragments roulés d'une espèce de grande taille l'accompagnent. Au sommet l'assise devient marneuse et passe au *Calcaire lacustre de Plassac.*

Vers le Sud, on observe une dernière apparition de l'assise à *O. cucullaris,* dans le talus du chemin de fer, en abordant le coteau du bois de Barbe.

Benoist en donne la description suivante :

Partie inférieure : « grès argileux bleu, en nodules, avec parties plus tendres et nodules pyriteux, *Cerithium, Bulla, Natica, Venus, Lucina, Cardita, Pecten* et *O. cucullaris* ». Epaisseur : 1 m. 50.

Partie supérieure : « Mollasse très sableuse, bleue avec rares paillettes de mica blanc, tâches rougeâtres et pyrites ». Epaisseur : 4 mètres.

Au-dessus vient le *Calcaire lacustre* .

A Blaye, dans les différentes carrières, le facies marneux tend à dominer. A l'Octroi, dans l'angle nord, à la base de cette assise, on voit un banc calcaire avec des lames de carbonate de calcium cristallisé. En s'éloignant de ce point vers le Sud, l'élément argileux augmente d'importance aux dépens de l'élément calcaire. Au sommet de l'assise on peut alors observer des débris d'Huîtres, dont une espèce de grande taille. Les nodules marneux renferment quelques Milioles.

Bien que la surface de contact entre la couche 2 à Echinides et l'assise argileuse 3 soit tranchée, il n'y a aucune raison de supposer une lacune ou une discordance entre les deux dépôts. L'assise marno-argileuse 3, surmontée par le *Calcaire lacustre de Plassac,* représente la couche à *Ostrea cucullaris.*

A la Cave, la couche à *O. cucullaris* est calcaire.

A la Citadelle, elle est argileuse. Il convient, en raison de l'importance du fait, de rapporter ici la citation que Benoist [38, p. 17] fait de ces couches à la Citadelle de Blaye, sur l'assise à *Ech. stelliferus :* « Cette argile est surtout visible et bien développée le long de la route de Plassac et dans l'intérieur de la Citadelle de Blaye...; à la marne marine succède immédiatement à Plassac, près Blaye, et dans la citadelle même, un calcaire d'eau douce... ».

Vers l'Est, l'élément dominant est un sable verdâtre fin renfermant, aux Drouillards, *Orbitolites complanatus* de petite taille et des Mollusques, dont une grande Huître.

Près de Cartelègue, dans la butte du Moulin de Romefort, au-dessus des dalles à gravier de quartz du *Calcaire de Blaye,* les couches à *O. cucullaris* ont le même facies qu'aux Drouillards. Nous n'y avons pas rencontré les fossiles de ce dernier gisement.

Dans cette région de bordure les couches à *O. cucullaris,* bien délimitées, au-dessous du *Calcaire lacustre,* ont une épaisseur qui ne dépasse pas trois mètres.

Au delà elles ne se distinguent pas des sables graveleux qui représentent le *Calcaire de Blaye,* de sorte qu'on n'en peut fixer les limites.

Les descriptions de l'assise 3 montrent que l'expression « Argile à *O. cucullaris* » convient peu pour désigner une formation qui présente un facies très variable : sableux aux Drouillards, calcaire à la Cave, marneux à l'Octroi, argileux à Plassac, gréseux et mollassique au Château de Barbe... On rencontre la même variété dans les forages. D'autre part, si la petite espèce d'Huîtres, nommée *O. cucullaris,* est considérée comme caractéristique, la présence d'une espèce de grande taille est plus constante; nous le verrons dans les gisements du Médoc.

Conclusion. — Trois caractères importants sont à retenir :

1° Les couches littorales de Plassac renferment des nodules de carbonate de calcium, de sulfate de calcium et de sulfate de strontium; ces éléments, que nous retrouverons dans les couches de même facies à Saint-Estèphe, indiquent des eaux en voie d'évaporation et non le retour d'une nouvelle mer transgressive.

2° Dans le facies plus franchement marin de la tranchée de Barbe, on trouve des nodules pyriteux. Ce nouvel élément se rencontre d'une manière à peu près constante dans les forages et sert à caractériser l'assise sous Bordeaux.

3° Dans les deux gisements de Plassac et du bois de Barbe, c'est la base de l'assise 3 qui présente le caractère marin le plus accentué.

La couche à *O. cucullaris* termine le cycle de sédimentation du *Calcaire de Blaye;* elle représente la dernière phase marine qui précède l'émersion du *Bassin girondin.*

La ligne de ravinement, généralement mal caractérisée, qui existe en certains points entre elle et la surface du *Calcaire de Blaye,* ne suffit pas pour justifier l'hypothèse d'une lacune et d'une transgression; des lignes de ravinement se rencontrent également sur les bordures, entre des assises du *Calcaire de Blaye,* sous l'action des mouvements d'oscillation qui affectaient le *Bassin girondin* à la fin de cette période et, même antérieurement, durant la phase correspondant au « niveau moyen ».

Dans la carrière de la Cave, à Blaye, on ne voit pas de discontinuité réelle entre les deux sortes de dépôts et *à Couquèques, on observera le passage de l'une à l'autre.* D'autre part, les traces d'érosion n'ont pas nécessairement la signification que leur donne Matheron.

La surface du *Calcaire à Echinides de Saint-Estèphe* est souvent ravinée et perforée au contact des *Marnes blanches* qui le surmontent sans qu'on puisse cependant parler d'une lacune entre les deux formations.

Vasseur [311, p. 180] signale, dans l'épaisseur des couches fossilifères de Bois-Gouet, « des concrétions de grès calcarifères perforés par de nombreux *Pholas* ».

On connaît encore des ravinements et des perforations contemporains des dépôts. A Saucats, par exemple, dans le Burdigalien supérieur de Pont-Pourquey, on trouve dans le falun des niveaux argileux criblés de perforations d'un Mollusque lithophage, *Zirphea Rozieri.*

On pourrait multiplier les exemples.

En fait, *ravinements locaux et perforations peuvent se produire chaque fois que, dans l'histoire d'un dépôt, une oscillation tectonique élève le dépôt qui vient de se former au*

niveau de la zone de balancement des marées. Ce phénomène s'est produit plusieurs fois pour le Calcaire de Blaye.

Mais une interruption localisée de la sédimentation se distingue d'une lacune véritable en ce qu'elle n'est pas générale et *que les dépôts postérieurs, s'ils viennent à reprendre, sont concordants et dépendants de toutes les unités tectoniques qui ont réglé les dépôts de la période antérieure. C'est ce qui s'est produit pour la couche à* O. cucullaris.

Calcaire lacustre de Plassac

La région de Plassac a fourni le type du Calcaire lacustre qui surmonte les couches à *O. cucullaris.*

Aux environs de cette localité, le facies calcaire est le plus développé; au Moulin de Ler il renferme la faune d'eau douce qui le caractérise.

La partie inférieure, généralement marneuse, fait suite aux couches à *O. cucullaris* dont la dernière assise, d'après Matheron [264, p. 5], « se rattache au *Calcaire d'eau douce de Plassac* et constitue avec lui un seul et même étage de formation mixte ». Mais, ajoute-t-il, « ... à la vérité ces deux couches ne se mêlent jamais à leur contact... La différence qui existe dans les matières qui ont été de la sorte superposées l'une à l'autre tient en grande partie à un changement survenu presque tout à coup dans la nature et le régime des eaux. »

Ce dernier caractère est exact en général à Blaye. Mais il ne l'est plus dans la partie nord du *synclinal de Pauillac,* vers Saint-Estèphe, où il est impossible de tracer une limite entre les couches marines à *O. cucullaris* et des couches lacustres certaines.

Enfin Matheron signale des cas où « les couches d'eau douce reposent directement sur l'assise du calcaire grossier coquillier de Blaye ». Nous n'avons pu vérifier le fait.

La masse de la couche 4 à facies calcaire est limitée à une bande de quelques kilomètres de largeur le long du fleuve, sur une longueur d'une vingtaine de kilomètres, depuis Roque-de-Tau jusqu'à Anglade. Son épaisseur, qui est de 5 à 7 mètres aux abords du fleuve, va en croissant en se dirigeant vers le Sud-Est.

Le calcaire présente une texture variable. Au-dessus de la carrière de l'Octroi, à Blaye, il est compact et très blanc. Au Sud, autour de Plassac et jusqu'à Roque-de-Tau, les bancs sont discontinus; il y a des veines d'argile verte et toute la masse prend une teinte verdâtre. Au Nord, à Anglade, c'est un calcaire très dur et caverneux, d'un blanc grisâtre. Parfois la pâte de la roche est très fine et à cassure conchoïdale, ce qui lui donne l'aspect d'un calcaire sublithogra-

phique; le plus souvent elle renferme des nodules de couleur plus claire : elle prend alors une texture bréchiforme.

Vers l'Est, le Nord-Est et le Sud-Est, les calcaires passent à des marnes blanchâtres à niveaux durcis discontinus et à des argiles vertes renfermant, en plus ou moins grande abondance, des nodules calcaires blancs. Les bancs calcaires sont peu épais; là où ils existent, ils ont résisté à l'érosion et forment le couronnement de petites buttes. Telles se présentent les deux buttes jumelles qui se trouvent à l'Est de Cartelègue.

Le Calcaire lacustre, quand ces bancs font défaut, forme des croupes arrondies, aux contours adoucis, comme cela se voit à l'Est de Saint-Paul. Plus au Sud et au Sud-Est, il forme des cuvettes au pied des buttes couronnées par le *Calcaire de Saint-Estèphe* ou des formations plus récentes; puis il n'apparaît plus, plongeant au Sud-Est, que dans les vallées, à la base des pentes. A l'Ouest, où le facies calcaire domine, il constitue une plateforme taillée en talus accentué : ce cas se rencontre dans les communes d'Anglade, d'Eyrans et de Fours.

Là où le *Calcaire lacustre* est surmonté par le *Calcaire de Saint-Estèphe* il est partiellement démantelé. Ce fait peut s'observer sur la rive droite à Roque-de-Tau, où le *Calcaire lacustre* épais de 6 mètres présente une surface ravinée et perforée.

L'affleurement de Roque-de-Tau montre la continuité de l'assise 4 d'une rive à l'autre. On retrouve en effet en face, sur la rive gauche, à Margaux, le *Calcaire lacustre,* blanc, jaunâtre et terminé par une argile verte, surmontée par une argile sableuse bleuâtre d'allure transgressive renfermant *Ostrea bersonensis, Anomia* et *Sismondia occitana.* (C'est de ce gisement de Margaux que nous partirons pour suivre le développement de l'assise 4 sur la rive gauche.) Au Sud de Roque-de-Tau, le plongement des couches les fait disparaître au-dessous du niveau du fleuve.

Conclusions

Les différents résultats obtenus par la description des affleurements du *Calcaire de Blaye* et des *couches marines et lacustres de Plassac* peuvent être résumés et figurés par deux coupes perpendiculaires l'une à l'autre, passant par la carrière de l'Octroi (fig. 14).

1° *Coupe I NE-SO par la carrière de l'Octroi.* — On a, de haut en bas :

Eocène supérieur	5. *d)* Banc de calcaire blanc dur. *c)* Niveau pulvérulent, avec *Anomia girondica* et Huîtres.

Eocène supérieur	*b)* Bancs plus compacts avec faune de Mollusques, *Sismondia occitana* et *Echinopsis elegans*. *a)* Argile jaunâtre à *Ostrea bersonensis*.
Couches de Plassac	4. *b)* Argile verte avec nodules calcaires. *a)* Calcaire lacustre de Plassac. 3. Marnes argileuses avec nodules calcaires.
Calcaire de Blaye	2. Assise supérieure à Mollusques et à Echinides. 1. Assise inférieure : calcaire miliolitique compact.

La coupe, sensiblement parallèle à l'axe de l'anticlinal, est trop limitée pour révéler les pendages du bombement de Blaye, ce qui ne sera pas le cas de la suivante, perpendiculaire à l'axe de l'anticlinal.

2° *Coupe II NO-SE,* passant par la carrière de la Citadelle, la carrière de l'Octroi, la falaise de Plassac et le bois de Barbe :

6. Grès à Anomies du bois de Barbe.
5. Argiles à *Sismondia occitana* de l'Eocène supérieur.

Couches de Plassac	4. *Calcaire lacustre de Plassac.* 3. Couches à *O. cucullaris :* marno-calcaires en *a,* marno-argileuses en *b,* argileuses en *c,* sableuses en *d.*
Calcaire de Blaye	2. Couches à Echinides de la Citadelle, de l'Octroi et de Plassac. 1. Calcaire compact.

A titre de comparaison, nous reproduisons, au-dessous (III), la partie gauche de la coupe II avec l'interprétation de Matheron et de M. Lambert.

Divisions adoptées	D'après M. Lambert	D'après Matheron
Assise 2...	4. C. à *Ech. burdigalensis.*	Calc. grossier sup^r^.
	3. C. à *Ech. blaviensis* ...	Calc. grossier inf^r^.
	2. C. à *Ech. stelliferus* ...	
Assise 1...	1. C. à *Ech. Linderi*	

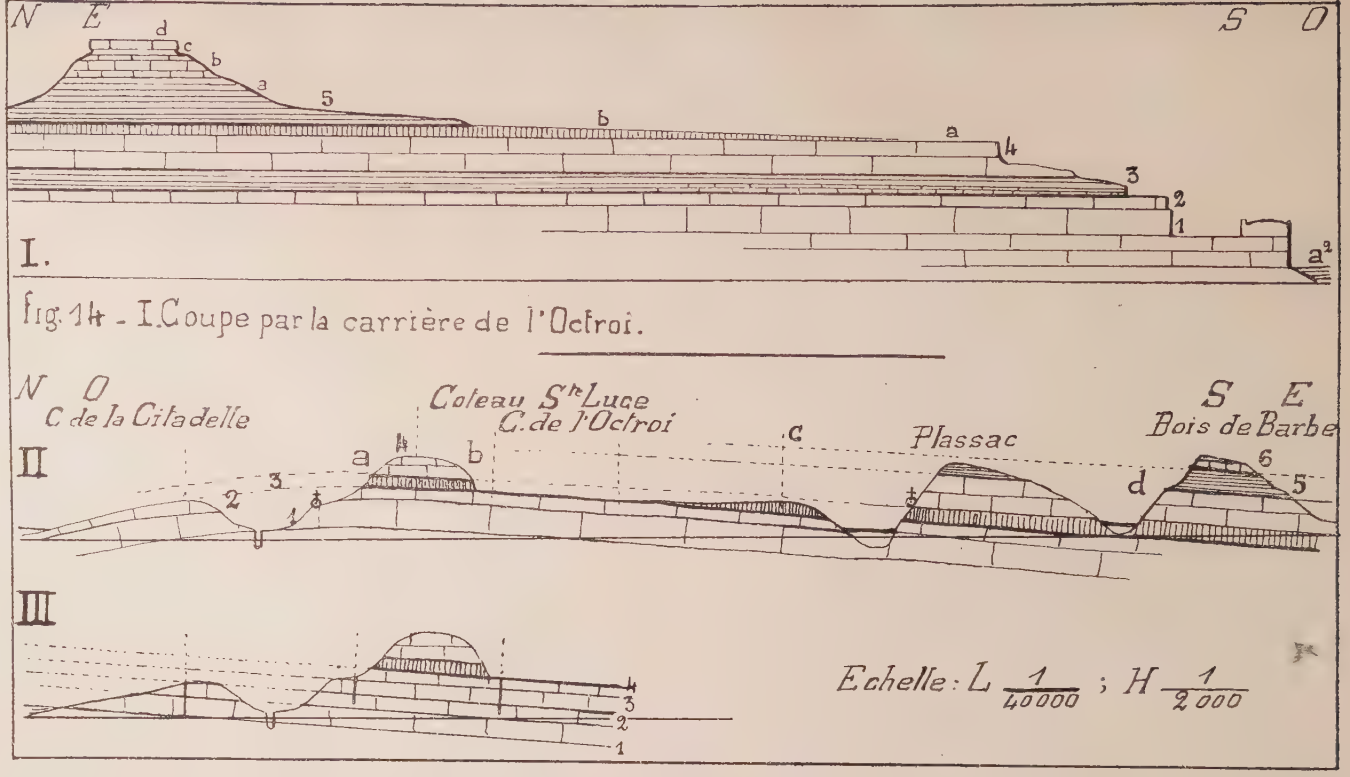


Fig. 14. — Le Calcaire de Blaye à Blaye. (Explications dans le texte.)

I. Coupe par la carrière de l'Octroi à Blaye.

II. Coupe du Bois de Barbe à la Citadelle de Blaye.

III. Interprétation de la partie gauche de la coupe II, d'après Matheron et M. Lambert.

Les divisions de MATHERON et de M. LAMBERT sont très proches. M. LAMBERT a seulement introduit trois subdivisions dans le niveau inférieur de MATHERON. Pour les deux auteurs, il y a superposition des couches à Echinides.

Nous avons montré que les couches à Echinides appartiennent au contraire à un même niveau stratigraphique, l'assise 2.

La coupe de la Citadelle au Bois de Barbe se différencie sur ce point des coupes de PIGEON, GOSSELET *et* MATHERON *reproduites au début de notre étude* (fig. 3).

Elle s'en écarte encore sur la représentation de la structure de la région. Alors que MATHERON, LINDER et BENOIST imaginaient une superposition d'assises simplement relevées au Nord et inclinées vers le Sud, *nous avons conclu à l'existence, à Blaye même, d'un dôme formant l'extrémité orientale d'un axe anticlinal dirigé du SO au NE.*

Enfin, il faut noter une différence d'interprétation dans la signification des couches. *Les auteurs précédents pensaient que leurs divisions s'appliquaient à tout le* Calcaire de Blaye. *Nous avons montré, dans l'étude des forages, qu'elles englobaient seulement les derniers bancs du* niveau supérieur.

SIGNIFICATION DES COUCHES

Les quatre assises distinguées dans les affleurements de Blaye et représentées dans les coupes I et II, correspondent au passage d'une formation marine de mer assez profonde (ass. 1) à un dépôt continental lacustre (ass. 4), par l'intermédiaire de deux formations (ass. 2 et 3) dont le caractère littoral s'accentue en passant de l'une à l'autre.

La séparation des quatre assises est en général bien marquée. L'opposition est nette, à la Citadelle et à la Cave (vues 1 et 2), entre le calcaire compact de l'assise 1 et les couches à Echinides superposées. De même, les argiles à *O. cucullaris* (ass. 3) de la falaise de Plassac et de la partie sud de la carrière de l'Octroi, tranchent sur les calcaires à Echinides qu'elles recouvrent.

Enfin, un changement brusque de facies se rencontre au Bois de Barbe entre les sables de l'assise 3 et le calcaire lacustre qui les surmonte.

Mais, en de nombreux points, on observe une certaine continuité des dépôts. A l'Octroi et dans la falaise de Plassac la distinction entre les assises 1 et 2 est peu nette : seule l'accu-

mulation d'une riche faune de Mollusques, d'Echinides et de Zoanthaires marque le caractère plus littoral du niveau supérieur. Le passage de l'assise 2 à l'assise 3 est également marqué à la Cave, non par un changement de facies, mais par la disparition brusque de la faune.

Enfin, à l'Octroi, il y a passage graduel des bancs calcaires et marneux inférieurs de l'assise 3 aux argiles vertes sans fossiles qui doivent déjà marquer le début des dépôts lacustres.

Dans tous ces cas, les changements qui s'observent dans le facies et dans la faune, en passant d'une assise à l'autre, semblent avoir été provoqués par un relèvement brusque du fond de la mer, suivi d'une phase de stabilité pendant laquelle la sédimentation reprenait dans des conditions nouvelles.

De plus, les différences qui existent en des points très voisins dans la distribution verticale et latérale des facies et des faunes, font penser que le sol ne s'élevait pas d'une manière uniforme.

Il en résultait la formation de zones de profondeur variable, dans lesquelles les dépôts et les faunes présentaient une composition différente à des distances très rapprochées.

La région de Blaye a pu, mieux qu'une autre, être le siège de ces mouvements du sol, car elle se trouve sur un axe anticlinal qui a joué le rôle de charnière dans les déformations du *synclinal girondin*. De plus, ainsi que nous l'avons vu dans l'étude des forages, ces déformations ont présenté un maximum d'intensité pendant le dépôt du *Calcaire de Blaye* et des *couches de Plassac*.

En définitive, les assises 1, 2, 3 et 4 représenteraient par leur position, leur composition et leurs relations les phases successives d'une régression terminant un cycle de sédimentation. Les couches marines et lacustres de Plassac *se trouveraient ainsi réunies au* Calcaire de Blaye *dans un même étage géologique. Cette conclusion rejoint celle qui avait été tirée de l'étude des déformations du Bassin girondin pendant le dépôt de ces terrains.*

LISTRAC (MÉDOC)

Le Calcaire à Alveolina elongata de Peyrelevade

La commune de Listrac comprend deux régions bien distinctes. A l'Ouest s'étale un plateau d'alluvions anciennes d'une altitude

moyenne de 40 mètres qui laisse voir en bordure le substratum constitué par le *Calcaire à Astéries.*

A l'Est du bourg, avec une dénivellation d'une quinzaine de mètres, s'étale une plaine, légèrement inclinée vers l'Est, constituée par des terrains éocènes.

Cet aspect géographique est dû, ainsi que nous le verrons plus en détail à propos du Quaternaire, à l'action d'un ancien fleuve qui a laissé sur le sol, comme témoins, de nombreux cailloux roulés. C'est aux environs de la ferme de Peyrelevade, à 1.500 mètres à l'Est de Listrac, que ce fleuve a atteint, dans son creusement, l'*axe anticlinal Blaye-Listrac.* Au point où celui-ci présente son maximum de relèvement il a été partiellement démantelé, de telle sorte qu'on peut saisir la structure du bombement éocène.

Ces circonstances ont échappé aux auteurs, Linder et Jacquot, de la Carte géologique (feuille Bordeaux) qui indiquent dans cette région trois bandes de terrain attribuées au *Calcaire de Saint-Estèphe,* au *Calcaire lacustre oligocène* et au *Calcaire marin stampien* (fig. 15, I). Ces auteurs ont été induits en erreur par le développement d'un calcaire d'aspect lacustre au voisinage du *Calcaire à Astéries.*

Linder, cependant, avait déjà l'idée du bombement; il le définit dans la « *Notice* » comme « une ondulation qu'on observe de Margaux à Listrac et qui a affecté les étages tertiaires jusqu'au *Calcaire à Astéries* ». Mais il ne pensait pas que cette ondulation pouvait exprimer un accident plus intense affectant les couches profondes.

Benoist, dès 1885, modifie déjà profondément le tracé géologique des auteurs précédents en découvrant, aux environs de Peyrelevade, un calcaire à *Alveolina elongata* et un calcaire lacustre. « On trouve, écrit-il, au lieu dit Peyrelevade, dans la propriété de ce nom, de petits arrachements faits dans les terres. Le calcaire qu'on y a trouvé est très dur, jaune rougeâtre et contient des Alvéolines. On a là évidemment un affleurement des couches supérieures du *Calcaire marin de Blaye;* à droite de la route, en face et à un niveau un peu supérieur, on a exploité autrefois un calcaire lacustre blanc verdâtre bréchiforme..., ce calcaire lacustre est synchronique de celui de Blaye. » [34, p. 98.]

Mais Benoist, parce qu'il croyait à l'existence d'une faille au niveau de Lamarque, ne tire pas les conséquences de sa découverte.

Nous allons continuer et compléter sur ce point l'œuvre de Benoist.

L'affleurement du calcaire marin de Peyrelevade peut s'étudier avec précision grâce à une carrière qui est creusée près de la ferme.

Le calcaire y a été exploité (carrière *A*) sur une hauteur de 5 mètres, mais le creusement de la carrière a été interrompu par une importante venue d'eau qui a mis fin à l'exploitation. Ce fait

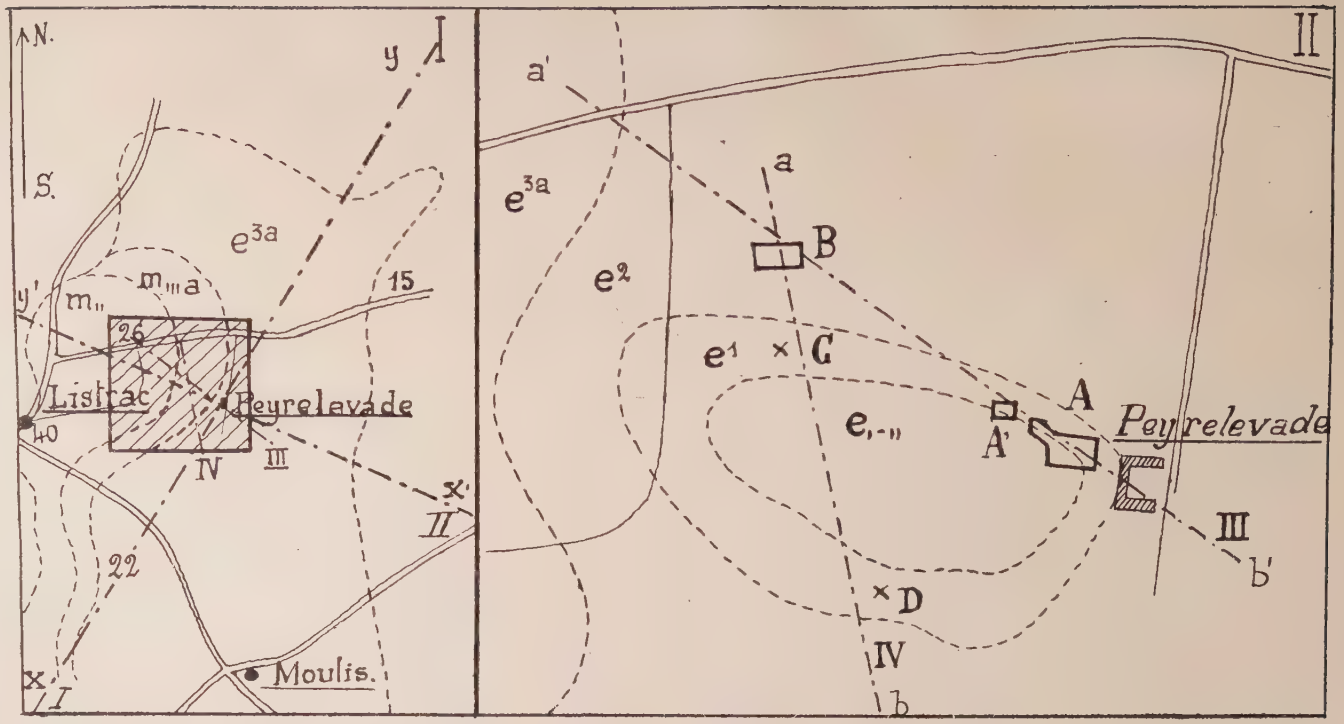


Fig. 15. — Le Calcaire à *Alveolina elongata* de Peyrelevade (Listrac).

I. Répartition des terrains d'après la Carte géologique. Echelle : 1/50.000e.

II. L'affleurement de Peyrelevade. Echelle : 1/8.000e.

A, A', B : carrières. — Coupes : I, II (x y, x' y'), fig. 16; III, IV (a' b', a b), fig. 15 *bis*. — Terrains : e,-,, : Calcaire à *Alveolina elongata;* e^1 : couches à *O. cucullaris;* e^2 : Calcaire lacustre de Plassac; e^{3a} : Calcaire de Saint-Estèphe; (m,,,a : Calcaire lacustre de Castillon; m,, : Calcaire à Astéries, d'après Linder).

constitue un excellent exemple d'une nappe d'eau remontant vers l'axe d'un anticlinal.

Le niveau d'eau reste à peu près constant avec un abaissement de un mètre environ en été; il constitue un excellent repère pour déceler des pendages qui échapperaient sans cela à l'observation. La vue 3 (pl. II) fait ressortir cette circonstance de gisement.

Assisse 1. — La masse principale de calcaire exploité est constituée, à partir de 2 mètres environ de la surface, par un calcaire dur, compact et très blanc. La faune, en dehors des Milioles très abondants, y est très pauvre.

Assise 2. — Les bancs calcaires précédents se terminent brusquement et sont recouverts sans transition par une assise hétérogène bien différente, dont l'épaisseur moyenne est de deux mètres. Dans l'ensemble, elle est constituée par un calcaire en blocs discontinus, d'un blanc grisâtre et très dur. La partie supérieure passe à un calcaire grenu, jaunâtre, renfermant de nombreux moulages de Mollusques, la faune d'Echinides, *Alveolina elongata* de grande taille et *Orbitolites complanatus* représenté par de nombreux individus de petite taille avec quelques autres, plus rares, de deux à trois centimètres.

Ce facies s'observe sur les faces est et ouest de la carrière *A* (fig. 15) et se poursuit vers le Sud-Ouest dans le champ voisin parsemé de blocs pétris d'*Alveolina elongata*. Le sommet du bombement se situe dans ce champ; la carrière *A* est creusée à l'Est de l'affleurement au point où des couches plus récentes viennent recouvrir l'assise précédente.

Les faces nord et sud de la carrière *A* présentent un aspect différent. Au Nord l'élément sableux envahit le calcaire à Echinides, lequel ne se présente plus qu'en blocs discontinus au milieu des sables calcaires faiblement agglomérés. Il s'agit bien cependant de la même formation, car nous avons trouvé des Echinides dans un banc calcaire qui termine l'assise.

A l'angle nord-est on n'a plus qu'une masse de sable marneux verdâtre qui paraît se confondre avec l'assise suivante.

Assise 3. — Cette nouvelle assise apparaît sur la face sud et plus particulièrement à l'angle sud-est. Elle consiste alors en une couche de 0 m. 50 de sable argileux renfermant des débris d'Huîtres et un grand *Vulsellopsis*. La même couche peut s'observer dans de bonnes conditions dans une petite carrière abandonnée *A'*, creusée dans le Calcaire à Echinides. Elle est là plus marneuse et renferme encore le *Vulsellopsis* et des Huîtres. Une observation attentive révèle des caractères très particuliers.

Des blocs de l'assise 2 semblent noyés dans la masse marneuse;

certains sont roulés, d'autres, paraissant en place et arrivant au niveau du sol, sont profondément perforés par un Mollusque lithophage de grande taille.

L'assise 2 a été ravinée par la mer de l'assise 3, dont les dépôts comblent les anfractuosités creusées dans l'assise précédente.

On trouve dans l'assise 3 des Echinides de la couche 2 enlevés à cette couche et quelques rares exemplaires d'un *Sismondia* qui semble appartenir en propre à l'assise.

L'assise 3 peut encore s'observer dans l'auréole qui entoure le pointement de *Calcaire à Alvéolines*. Au Nord-Ouest et au Sud-Ouest s'amorcent deux monticules; en remontant leur pente très atténuée, puisqu'il s'agit d'une dénivellation qui ne dépasse pas 4 mètres, on recoupe en *C* et en *D* la couche marneuse à Huîtres (fig. 15 *bis*, I).

En *C*, on recueille à la surface du sol des débris d'une grande Huître semblable à celle qui se retrouve à Couquèques dans la même position, et une autre espèce de petite taille et à crochet aigu que l'on ne peut séparer de l'espèce de l'autre rive, *Ostrea cucullaris*. Les débris rocheux se rapportent au calcaire miliolitique de l'assise 2. Nous avons recueilli sur le sol *Echinolampas Archiaci*, *Echinolampas dorsalis* et *Schizaster latus*.

En *D*, l'assise 3 se présente sous l'aspect de marnes blanches argileuses renfermant un petit Pecten, des Anomies, *Ostrea cucullaris* et des moulages de Mollusques. Vers le sommet du monticule, la marne passe à un calcaire gris d'apparence lacustre, mais contenant encore des fossiles marins.

Assise 4. — On pénètre ainsi dans une nouvelle formation qui peut être étudiée dans une carrière *B* dont l'exploitation est abandonnée. On a tiré de cette carrière un calcaire compact bréchiforme blanc, grisâtre ou verdâtre. C'est ce même calcaire qui a été signalé par Benoist, dans un creusement aujourd'hui comblé, comme étant un calcaire lacustre. Au premier abord la désignation semble exacte, mais en cassant de nombreux blocs il n'est pas rare de découvrir quelques Milioles ou des fragments de *Pecten* ou d'*Anomia*. Un niveau plus friable, noduleux, dans la partie sud du creusement, renferme ces débris en assez grande abondance. Un banc compact, à l'Est, à la partie supérieure, ne montre aucune trace de fossiles marins.

On se trouve visiblement en présence d'une formation prolongeant le dépôt lacustre de Plassac et située sur le seuil où se faisaient sentir les influences marines. Les éléments lithologiques sont en effet identiques; on trouve dans la carrière même, et dans les champs voisins, des niveaux d'argile verdâtre qui sont caractéristiques du dépôt de Plassac.

La formation pseudo-lacustre s'étale largement autour de Peyrelevade; à l'Ouest le facies « calcaire lacustre » domine de la cote 22

à la cote 25; vers l'Est le plateau s'incline jusqu'à la cote 18 où il se trouve limité par une dépression. Dans cette partie, les débris calcaires qui parsèment les vignes montrent, à côté d'un calcaire gris sans fossile, des fragments renfermant des fossiles marins. Ce sont ces caractères qui avaient conduit les auteurs de la Carte géologique à attribuer toute la plateforme de Peyrelevade au *Calcaire de Saint-Estèphe* et sa partie occidentale au *Calcaire lacustre de Castillon.*

La coupe *a b*, passant par C D (fig. 15 *bis*), montre les relations que nous venons d'étudier; se présentant normalement à l'axe du bombement, elle montre également les pendages et vient ainsi compléter et vérifier sur ce point l'accident transversal Blaye-Listrac révélé par les sondages.

La coupe *a' b'* (fig. 15 *bis*), oblique sur l'axe du bombement, relie les couches étudiées dans l'auréole à celles de la carrière où elles se montrent en superposition. En outre elle fait pénétrer, à l'extrémité *a'*, à la cote 26, dans une nouvelle assise. Celle-ci, qui se présente sous l'aspect d'un calcaire miliolitique à *Sismondia occitana* et *Echinolampas ovalis*, fait partie d'un système de couches que nous examinerons plus loin avec l'Eocène supérieur. La superposition du *Calcaire à Sismondia* à l'assise 4 montre que la position du calcaire fluvio-marin de Peyrelevade est celle du *Calcaire lacustre de Plassac.*

Pour compléter la description des assises que nous venons d'examiner, il convient de faire mention, ici, d'un affleurement de l'assise 4, signalé par Benoist dans la commune de Moulis, à Peuvignan, où il consiste, selon cet auteur, « en un calcaire lacustre concrétionné, assez semblable à celui de Roque-de-Tau. Ce calcaire est surmonté par des argiles vertes et rouges avec nodules strontianifères. » [34, p. 99.]

Nous n'avons pu retrouver le calcaire lacustre; mais en remontant le ruisseau qui débouche à l'Est de Peuvignan, au pont de la route de Grand-Poujeau, à Moulis, nous avons observé, au niveau des berges, des argiles verdâtres surmontées en ce point par des marnes blanches à *Sismondia occitana.*

L'assise 4 ne se trouve plus ici qu'à une altitude voisine de 10 mètres; *l'abaissement marqué qu'elle a subi, sur une distance de 2 kilomètres, précise l'allure du bombement de Peyrelevade.*

Conclusions. — Le pointement du *Calcaire de Blaye*, à Peyrelevade, présente un grand intérêt à la fois au point de vue stratigraphique, tectonique et paléontologique.

1° *Stratigraphie et tectonique.* — L'assise 1 formée par un

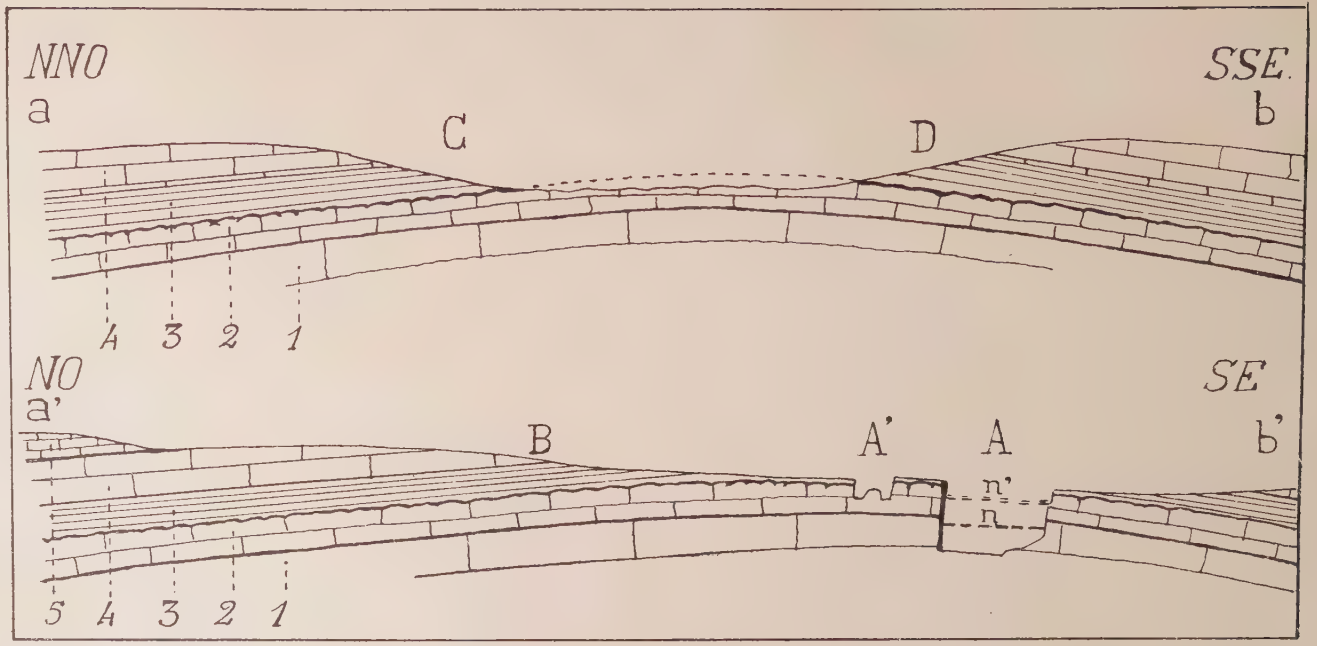


Fig. 15 *bis*. — Coupes dans la partie centrale du dôme de Peyrelevade (Listrac). (a b, a' b' : fig. 15). Echelle : L = 1/4.000e; H = 1/500e.

1 : Calcaire à Milioles compact. — 2 : Calcaire à Echinides. — 3 : couches à *O. cucullaris*. — 4 : calcaire fluvio-marin et lacustre. — 5 : Calcaire de Saint-Estèphe. - A A' : carrières. — n, n' : niveau de l'eau de la carrière A en été et en hiver (vue n° 3, pl. II).

calcaire compact indique un dépôt qui s'est effectué dans des eaux calmes et dans une mer assez profonde.

L'assise 2 possède un caractère littoral; elle tranche ainsi nettement sur la couche précédente. Cela signifie qu'une oscillation a relevé brusquement le fond du bassin entre le dépôt des assises 1 et 2 et que le bombement de Listrac s'est accentué à ce moment.

En outre les éléments déjà consolidés ont dû être repris, ainsi qu'en témoignent des blocs de calcaire, des Huîtres et des Echinides roulés qu'on rencontre empâtés dans une marne argileuse sur la face ouest de la carrière *A*.

L'assise 3 s'est déposée dans des conditions identiques. Dans la petite carrière *A'* elle remplit des anfractuosités de la couche précédente dont certains blocs sont couverts de perforations.

Ce n'est qu'en s'éloignant de la carrière vers le SO que l'assise 3 devient plus épaisse, prend le facies marneux et contient le fossile caractéristique *O. cucullaris*. En même temps, dans cette région, ainsi que dans la carrière *B*, on voit le passage graduel de l'assise 3 à l'assise 4.

Les relations entre les différentes couches ont été représentées dans les coupes *a b* et *a' b'* de la figure 15 *bis*. Leur position dans l'ensemble de l'*axe anticlinal de Listrac-Blaye* et la structure du *dôme de Peyrelevade* peuvent être mises en évidence par deux coupes, sensiblement perpendiculaires l'une à l'autre, Château Beaumont (Cussac)-Château Mauvesin (Moulis) et Le Tris-Tayac (fig. 16).

Les *deux coupes permettent d'observer le plongement périphérique du bombement de Listrac et de contrôler l'accroissement rapide en épaisseur vers le SE et le NE, des* couches marines et lacustres de Plassac. *Cela signifie que pendant leur dépôt les deux* synclinaux de Pauillac *et* de Bordeaux *continuaient à s'enfoncer bien plus rapidement que la zone axiale du bombement. Par contre la stabilité de celle-ci explique à la fois la faible épaisseur des dépôts, la nature des facies et les remaniements et ravinements indiqués.*

2° *Paléontologie.* — Le fait le plus important à signaler est la présence dans l'assise terminale des trois espèces d'Echinolampas de Saint-Palais : *Ech. Archiaci, Ech. dorsalis* et *Ech. Cotteaui,* considérées jusqu'à ce jour comme spéciales à ce dernier gisement.

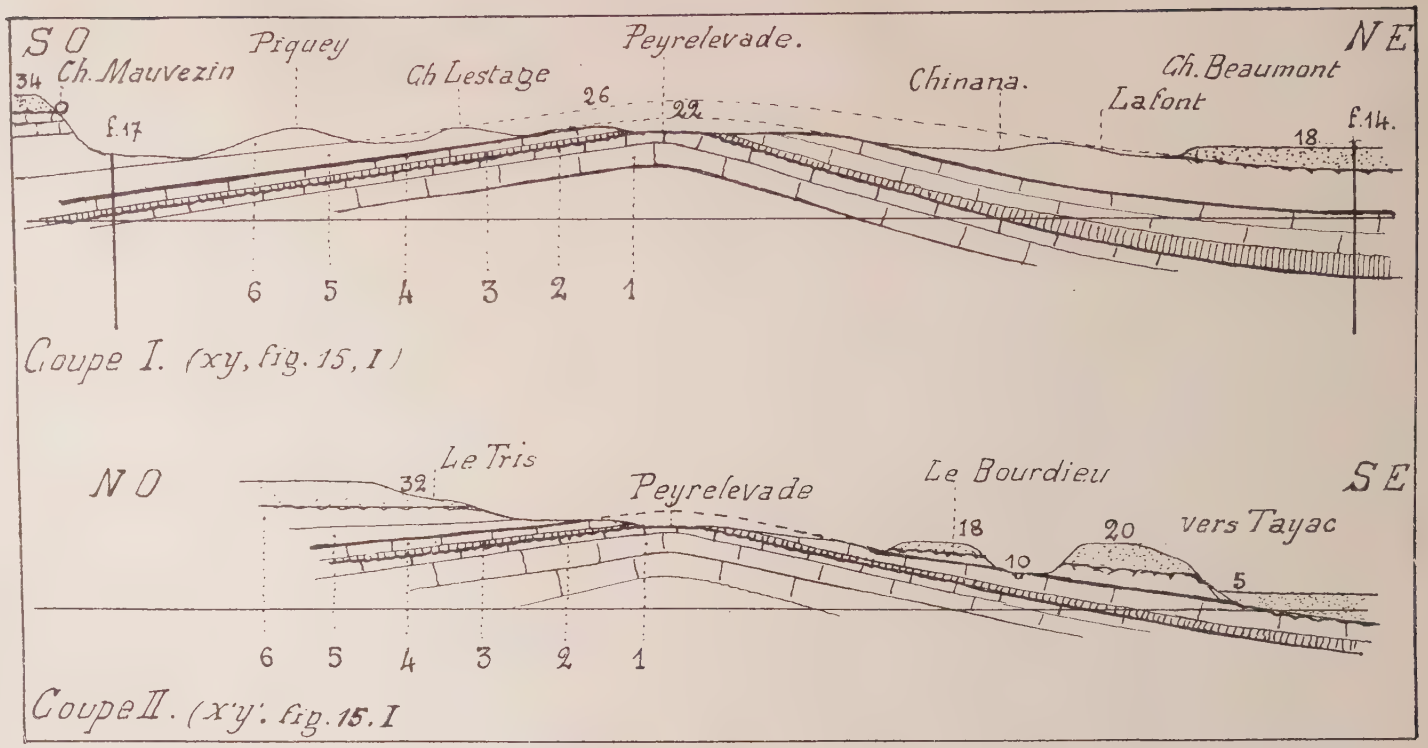


Fig. 16. — Le bombement de Peyrelevade (Listrac).
Echelle : L = 1/50.000e; H = 1/2.000e.

1 : calcaire miliolitique compact. — 2 : couches à Echinides et Mollusques. — 3 : couche à *O. cucullaris*. — 4 : Calcaire lacustre de Plassac. — 5 : Calcaire à *Sismondia occitana*. — 6 : Oligocène.

L'assise 3 renferme une faune de Mollusques dont une grande *Ostrea,* un *Vulsellopsis* et un *Sismondia,* qui se retrouvent dans la même assise, à Couquèques, au-dessus du Calcaire à Echinides.

Mais l'assise 3 est séparée de l'assise 2 par *une ligne de ravinement qui indique un relèvement de l'*anticlinal de Listrac-Blaye *et qui peut représenter une lacune.*

D'après la composition et la succession des faunes des couches 2 et 3 il semble que cette dernière hypothèse doive être retenue. *Alveolina elongata* ne se trouve pas à Blaye et les Echinolampas appartiennent, ainsi que nous le verrons, à un stade d'évolution antérieur à celui des espèces de Blaye; *le Calcaire à Echinides de Listrac serait donc antérieur au* niveau supérieur *de Blaye : par sa faune il présenterait par contre les plus grandes affinités avec celui de Saint-Palais.*

Pendant que les couches à Mollusques et à Echinides se déposaient à Blaye, la région de Peyrelevade aurait constitué un haut-fond qui n'aurait pas été recouvert par de nouveaux dépôts. Le mouvement d'émersion que nous avons relevé dans tous les forages de la région pendant le dépôt des couches du niveau moyen *(zone V) aurait été ici plus accentué qu'à Blaye.*

Le dôme de Peyrelevade *aurait acquis pendant cette période le relief accusé qu'il conservera par la suite.*

COUQUÈQUES (MÉDOC)

Le Calcaire de Couquèques (fig. 17, 18, 19, 20)

Dans le Médoc, en bordure de la Gironde, à l'Est de Lesparre, le *Calcaire de Blaye* se présente en affleurements discontinus dont les limites ont été approximativement définies par Matheron en 1867 (fig. 17).

En étudiant le *Calcaire de Blaye* dans les forages du Bas-Médoc nous avons vu qu'il est relevé dans la région de Couquèques-Bégadan par un accident ayant la forme d'un bombement très atténué.

Sa surface présente également des ondulations perpendiculaires au cours du fleuve. La plus importante est celle qui passe par Couquèques-Saint-Christoly, avec un maximum de relèvement au Moulin de Brion, près de Couquèques. *A partir de ce point, les couches plongent dans toutes les directions formant*

ainsi un dôme très surbaissé, que nous appelons le « bombement de Couquèques ».

Nous étudierons là le type de la formation dite « *Calcaire de*

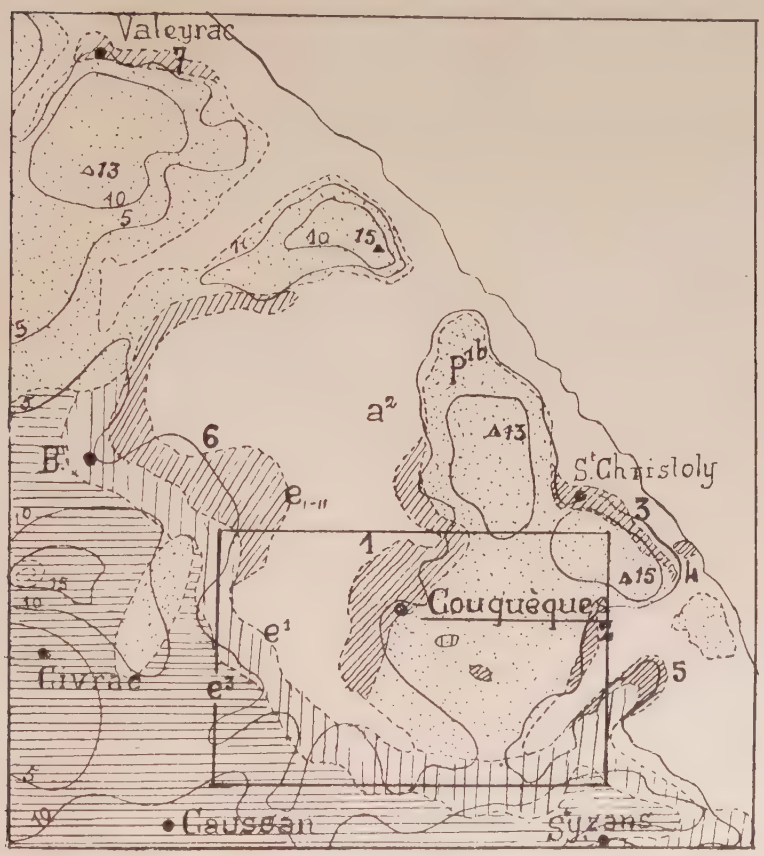


Fig. 17. — Le *Calcaire de Couquèques*, d'après la Carte géologique (feuille Lesparre).

e_{1-II} : *Calcaire de Blaye* (s. l.). — e^1 : *Calcaire de Saint-Yzans.* e^3 : *Calcaire de Saint-Estèphe.* — p^{1b} : *Sable des Landes.* — a^2 : alluvions récentes. — 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 : affleurements du *Calcaire de Blaye.* — 10 : courbes de niveau de 5, 10 et 15 mètres, d'après la Carte du Conseil Général de la Gironde, au 1/50.000e.

Couquèques » car les nombreuses carrières temporaires qui couvrent le territoire de la commune en permettent une étude précise.

Les exploitations seront groupées, selon leur position et leurs caractères, en trois groupes (fig. 18).

Groupe A (c. 1, 2, 3, 3', 4, 5, 5'). — La carrière 1 se trouve au point culminant du bombement, à l'altitude de 9 mètres. Elle est creusée sur l'emplacement affecté de l'indice e^1 qui désigne le Bartonien (feuille Lesparre).

On y observe la succession suivante, de bas en haut :

1° Calcaire miliolitique compact, de base inconnue, exploité sur une épaisseur de 1 mètre.

2° Couche friable, de 1 mètre environ, d'un calcaire jaunâtre très grossier renfermant une faune extrêmement abondante de Mollusques et d'Echinides. Les Mollusques sont représentés par des moulages et des empreintes de grande netteté. Les contre-empreintes permettent de déterminer un certain nombre d'espèces dont des Cérithes.

La faune d'Echinides comprend de nombreux *Echinolampas burdigalensis* globuleux et à larges pétales et, plus rares, de beaux échantillons d'*Echinolampas dorsalis,* espèce de Saint-Palais. *Echinodiscus marginalis,* outre sa forme typique, assez rare, est représenté par de nombreux individus de grande taille, à bords épais et à test élevé.

3° Banc de calcaire miliolitique compact, à faune pauvre, de 0 m. 50 d'épaisseur. Certains niveaux, plus friables, à la partie supérieure renferment de nouveau des Echinides : *Hebertia Gacheti, Schizaster latus, Echinodiscus marginalis* typique, *Linthia Ducrocqui* et un autre *Linthia* de grande taille, voisin de *Linthia subglobosa.*

La surface de ce banc, ravinée par l'érosion fluviatile, est recouverte directement par les sables provenant des alluvions anciennes, sans interposition d'une couche de décalcification.

La plateforme calcaire supporte le Moulin de Brion et le cimetière. Contrairement aux indications de la Carte géologique, on peut la suivre en surface, sans interruption, jusqu'au bourg et aux carrières 2, 3, 4, 5.

Celles-ci, par leur extension progressive, finiront par n'en constituer qu'une seule. Dans la première carrière, aux abords de la route, on trouve la succession observée au Moulin de Brion. La couche 2 se divise en niveaux distincts, soit de bas en haut :

a) Couche non agrégée de rognons calcaires enrobés dans un sable calcaire argileux : 1 mètre.

b) Banc de calcaire dur à faune très abondante de Mollusques et Polypiers : 0 m. 50.

c) Assise pulvérulente d'un sable calcaire non agrégé renfermant *Echinolampas dorsalis :* 0 m. 25. Cette mince assise se poursuit dans

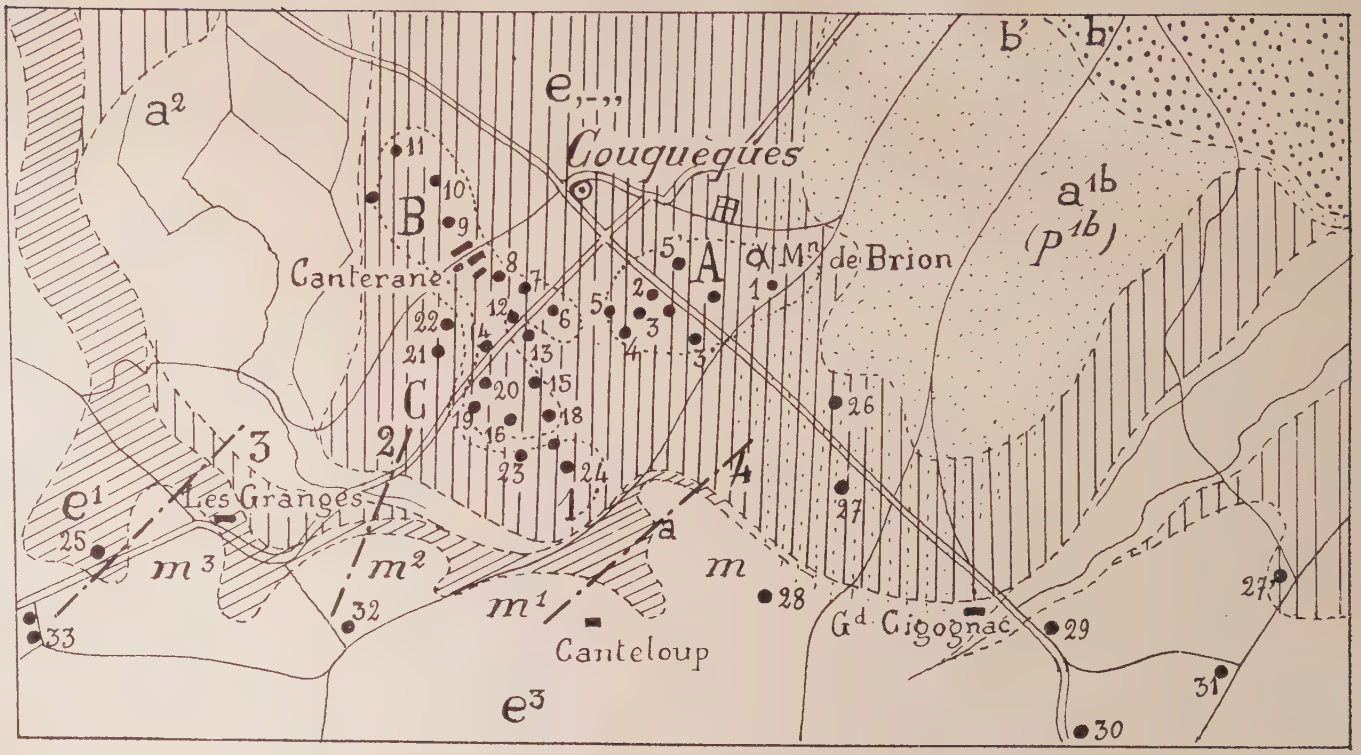


FIG. 18. — Les affleurements du Calcaire de Couquèques (bordure sud).

Echelle : 1/25.000ᵉ.

e,-,, : Calcaire de Couquèques. — e^1 : couches à *Sismondia intermedia*. — e^3 : Calcaire de Saint-Estèphe. — 1, 2, 3, 4 : coupes des monticules m, m^1 m^2, m^3. — ● : carrières temporaires, groupes A, B, C. — a^{1b} : alluvions anciennes (b, en place; b', éboulis). — a^2 : alluvions anciennes.

les autres carrières du groupe *A;* mais la couche supérieure 2^d est réduite à une faible épaisseur par les phénomènes actuels de décalcification. Là où elle est détruite, c'est le banc compact à Mollusques et Polypiers 2^b qui est en surface. Cela se voit en passant du groupe *A* au groupe *B*. La décalcification de la couche 2^b, qui renferme principalement la faune, explique l'abondance des Echinides à la surface, autour de Canterane.

La carrière principale 3 se développe sur un front de 30 mètres et une hauteur de 3 m. 50. Elle montre des changements de facies sur une courte distance (fig. 19 et vue 4, pl. II).

Au sommet, on voit les vestiges de la couche 2^d surmontant l'assise 2^c, réduite comme dans la carrière précédente et renfermant *Echinolampas dorsalis.*

Au-dessous en *A*, on observe un calcaire sableux et argileux bleuâtre, non agrégé, superposé à une assise plus argileuse et plus fine.

Latéralement, en *A'*, l'assise 2^d et la presque totalité de l'assise 2^a sont formées par les bancs d'un calcaire compact, blanc jaunâtre, à faune pauvre. Mais en *A''* on retrouve la succession normale des assises 2^a, 2^b, 2^c, 2^d, avec une faune extrêmement riche dans les bancs de calcaire compact 2^b.

Ainsi, en trois points très voisins *A, A', A''*, on observe des variations importantes dans la composition des dépôts et des faunes.

Dans l'assise pulvérulente 2^a, *Echinolampas burdigalensis* est très abondant et de petite taille, avec prédominance de la forme allongée; mais dans les bancs calcaires de toutes les autres parties de la carrière la forme et la taille sont du type normal.

Echinodiscus marginalis, très abondant, y présente deux aspects particuliers : une forme de taille moyenne à bords épais et à test élevé, et une forme de petite taille, épaisse et à contours arrondis, ayant l'allure d'un *Sismondia.*

Echinolampas dorsalis se trouve avec sa forme typique au sommet de la carrière et dans l'assise 2^a avec des formes hautes, allongées et renflées sur les deux faces.

Une riche faune de Mollusques composée de *Miltha, Vulselles, Huîtres, Mytilus, Clavagelles, Cérithes,* etc., indique un dépôt de mer peu profonde.

L'assise 2^b est caractérisée par *Schizaster latus, Cœlopleurus Delbosi, Gualtieria Orbignyi* et *Brissoides Croizieri.*

En *A'*, la faune est pauvre. Le calcaire compact, en dehors de quelques moulages de Mollusques, ne renferme que des Milioles et *Orbitolites complanatus* de petite taille. L'assise 2^a, si riche en *A*, est ici presque stérile.

En *A''*, par contre, l'assise 2^b est extrêmement riche en Mollusques qui semblent, par leur taille, en plein épanouissement. A la base on trouve de grands Cérithes. Dans toute l'épaisseur de l'assise abon-

dent, comme espèces dominantes, *Gonocardium Heberti, Lucina concentrica, Petricola Vasseuri,* des espèces des genres *Arca, Terebellum, Natica, Dientomochilus,* ainsi que plusieurs espèces de Cérithes. Malgré la différence de facies c'est la même faune qu'en *A.* Mais ici, *Echinolampas burdigalensis* et *Echinodiscus marginalis,* peu nombreux, ont leur taille et leur forme caractéristiques; *Echinolampas dorsalis* est encore dans l'assise 2[c] avec sa forme typique.

Groupe B. — Le calcaire compact se présente en blocs ou en îlots discontinus dans un sable miliolitique calcaire plus ou moins argileux.

Dans la carrière 7, *Echinolampas burdigalensis* est de grande taille, à contour circulaire et à face supérieure presque plane. Cette forme est très localisée, car on ne la trouve pas dans les groupes *A* et *C.* Elle domine encore dans une marne calcaire très blanche de la carrière 14.

Echinodiscus marginalis est extrêmement abondant dans les exploitations 7 et 8 et autour de Canterane. On y distingue une forme pentagonale à face inférieure concave, à face supérieure régulièrement bombée, sans trace de bourrelet marginal, et à pores génitaux éloignés de l'apex. Ce sont les caractères du sous-genre *Peronella.*

Le calcaire argileux domine largement dans les carrières 9 et 10. Par contre, les bancs compacts représentent toute la formation de 10 et 11.

Plus à l'Ouest, vers l'extrémité du groupe *B,* on retrouve dans toutes les carrières la superposition normale des assises 2[a] et 2[b]. Les bancs calcaires 2[b], peu épais, ont une faune moins riche que dans le groupe précédent. En revanche l'assise 2[a], formée d'un calcaire argilo-marneux non aggloméré et très blanc, est bien développée et renferme une faune abondante d'Echinides : *Ech. burdigalensis, Ech. marginalis, Schizaster latus, Schizaster Archiaci, Schizaster Desmoulinsi, Medocechinus Neuvillei, Hebertia Gacheti, Brissoides Croizieri.*

Les anciennes exploitations 12 et 13, qui bordent la route, forment un groupe à part. Elles ont en effet conservé le banc supérieur 2[d]; il forme le léger ressaut qui court, vers le Sud-Est, à la cote 7, parallèlement à la courbe de niveau de 5 mètres.

C'est exclusivement dans la partie supérieure, partiellement décalcifiée de la couche 2[d] du creusement 13, que se rencontre assez commun, mais mal conservé, *Blaviaster Grossouvrei.*

Groupe C. — Les carrières de ce groupe, situées sur la bordure du bombement, permettent d'en tracer les limites. La plus importante, la carrière 21, s'étend sur un front de taille d'une centaine de mètres de longueur et d'une hauteur moyenne de 3 mètres.

Le facies dominant est constitué par un calcaire compact identique à celui qui s'observe en *A*, dans la carrière 3. La partie inférieure, bien délimitée, est formée d'un calcaire blanc renfermant quelques Mollusques. La partie supérieure, d'une épaisseur moyenne de 1 mètre, est sillonnée en tous sens d'empreintes de Zoanthaires. On y rencontre de nombreux Mollusques; parmi les Echinides, *Echinolampas* seul y abonde. La forme globuleuse à contour pentagonal ou arrondi tend vers un type élevé à pétales saillants et à interambulacre postérieur déclive, qui se rapproche d'*Echinolampas stelliferus* de la Citadelle de Blaye sans cependant se confondre avec cette espèce.

En suivant le front de taille vers le Nord, au-dessus du banc à Polypiers, on voit une assise partiellement décalcifiée, formée par l'agglomération des moulages d'un petit *Mytilus* accompagné d'une faune de Mollusques. A l'extrémité nord de la carrière le banc à *Mytilus*, qui semble se développer en partie aux dépens de l'assise sous-jacente 2^b, forme la limite supérieure du *Calcaire de Couquèques*.

Dans la carrière voisine 22 un niveau marneux renferme, assez commun, *Medocechinus Neuvillei*.

Les assises supérieures du groupe *C* peuvent être étudiées avec précision dans le petit monticule, dont le sommet a donné lieu à des exploitations temporaires 23 et 24. Ces petites excavations montrent la succession suivante, de bas en haut :

1° Partie supérieure d'un calcaire compact.

2° Assise de 0 m. 25 environ, formée par une marne blanche, renfermant en abondance *Fibularia affinis*, un Polypier libre et une riche faune de petites espèces de Mollusques dont *Anomia tenuistriata*.

3° Banc partiellement décalcifié, avec de nombreux *Mytilus* accompagnés d'autres espèces de Mollusques et de Polypiers.

Un peu plus haut, à la partie supérieure du monticule, ce dernier banc est enlevé pour permettre une plantation de vigne. On y trouve quelques Polypiers, des empreintes d'un Cérithe à deux rangées de tubercules, commun dans toutes les carrières, et quelques *Echinodiscus marginalis* minces et à bords tranchants comme ceux de Listrac et de Pédelail.

Enfin, on y voit apparaître un *Sismondia* qui pullule dans l'assise suivante.

Celle-ci continue le banc à *Mytilus* mais tranche sur ce dernier par sa composition et sa faune. Sur certains blocs, on voit les *Mytilus*, qui constituent la partie inférieure, devenir sporadiques, disparaître sur quelques centimètres de hauteur et être remplacés, *sans aucune interruption de sédimentation, par un calcaire gris jaunâtre plus ou moins sableux et argileux.*

Il s'est donc produit un changement brusque dans la sédimentation et les conditions de vie. Ce changement consiste essentiellement dans un mouvement d'émersion, ainsi qu'en témoignent les Anomies et les Huîtres qui accompagnent le Sismondia.

Cette nouvelle couche, ainsi que nous le verrons, n'appartient plus au Calcaire de Couquèques. *On a donc ici la preuve directe qu'il n'existe pas de lacune entre le* Calcaire de Blaye *et la couche qui lui fait suite et qui représente l'assise 3 à* O. cucullaris. En suivant celle-ci de Blaye à Couquèques, nous verrons en effet que la couche 3 à *Sismondia intermedia* est bien son équivalent.

Relations entre les gisements de Couquèques et les affleurements 1, 2, 3, 4, 5, 6 (fig. 17)

La route de Couquèques à Saint-Yzans, jusqu'au ruisseau de Cigognac, suit la table calcaire formée par l'assise 2[a] du sommet des exploitations du groupe *A*. Les fragments épars dans les champs sont constitués par un calcaire compact à faune pauvre.

C'est à tort que la Carte géologique mentionne p^{1b} de Couquèques à Cigognac : le calcaire affleure ou n'est recouvert que par une couche peu épaisse de sable provenant du lavage des alluvions anciennes qui bordent le fleuve. Ce dépôt remplit les anfractuosités du calcaire; son épaisseur ne dépasse pas 0 m. 50.

Le banc calcaire supérieur présente un niveau marneux renfermant en abondance *Fibularia affinis*.

Depuis le creusement 27, les pendages vers le Sud sont accentués. La couche 3 est recouverte par les sables superficiels qui ont été entraînés jusque sur les dalles subhorizontales du Calcaire à *Sismondia occitana* exploité à la carrière 28.

Au niveau de Cigognac, le banc supérieur du *Calcaire de Couquèques* affleure dans les champs, à gauche, aux abords immédiats de la route. Là, le pendage vers l'Est, plus accentué, atteint 4 %. Aussi, bien que la dépression de Cigognac comblée par les alluvions récentes n'ait que 50 mètres de largeur, on trouve sur l'autre bord, non le *Calcaire de Couquèques* mais le Calcaire à *Sismondia occitana*, dont la composition est bien visible dans le petit creusement 29 qui borde le chemin à gauche.

On peut suivre ensuite le *Calcaire de Couquèques* sur les deux rives du marais qui va de Cigognac au fleuve.

Des deux côtés du chemin de Saint-Christoly à Saint-Yzans il est de nouveau très fossilifère; il renferme en abondance *Ech. burdigalensis* et *Ech. marginalis*. Aux abords de Saint-Christoly, le

calcaire est recouvert par les dépôts quaternaires, épais en ce point de 8 mètres environ (de + 7 mètres à 15 mètres). Les bancs calcaires reparaissent sur la rive du fleuve, sous le village, de l'église au Fort Castillon. Les constructions, les éboulis et les cultures rendent l'affleurement difficile à observer; les débris de calcaire qui parsèment la pente sont peu fossilifères.

L'affleurement du Fort Castillon émerge au milieu des alluvions récentes au bord de l'estuaire. Il affecte la forme d'une butte allongée de 300 mètres de long sur 150 mètres de large et d'une altitude de 6 mètres.

Au sommet, le calcaire est friable, jaunâtre et peu fossilifère. Nous y avons trouvé : *Ech. burdigalensis, Ech. dorsalis* (1 exemplaire), *Ech. Archiaci* (1 exemplaire), *Sismondia intermedia* (1 exemplaire). Cette faune indique que l'on aurait là les couches terminales du *Calcaire de Couquèques.*

Il convient cependant de faire une réserve; la butte du Fort Castillon montre des traces d'anciennes fortifications, de fossés profonds et de démolitions; il pourrait arriver que les éléments fauniques recueillis ne parviennent pas tous d'une couche en place.

Sur la rive droite du marais de Cigognac, les bancs supérieurs du *Calcaire de Couquèques* constituent le socle de la butte de Mazion et le promontoire de Queyssan. Près du hameau de ce nom, un creusement temporaire 27' a montré des bancs calcaires renfermant une faune abondante de Mollusques littoraux.

Au Sud, vers Saint-Yzans, on trouve un sol argileux provenant de la couche à *O. cucullaris* qui est représentée là par une assise peu épaisse d'argile bleuâtre. On rencontre bientôt après le *Calcaire à Milioles de Saint-Yzans* très blanc et peu fossilifère.

L'affleurement de Queyssan constitue, en surface, la bordure nord du *synclinal de Pauillac.* En effet, si on trace une ligne passant par Queyssan, Château Loudenne (rive gauche), Anglade (rive droite), on voit la limite supérieure du *Calcaire de Blaye* passer de + 6 mètres à Queyssan, à — 7 m. 60 à Château Loudenne, puis remonter vers l'autre rive à une altitude de 20 mètres, au-dessus des hameaux de Pallard et de Guillonnet.

De Couquèques vers le Nord-Est, on peut voir des fragments de calcaire dans les champs, des deux côtés de la route, jusqu'au voisinage de Saint-Christoly. Près du cimetière de ce village, dans une légère dépression recouverte par l'eau en hiver, la table calcaire affleure à une altitude moindre qu'au Moulin de Brion. Elle est constituée là par le banc de *Mytilus.* Le léger abaissement de cette assise vers le Nord-Est précise l'allure du bombement de Couquèques dans cette direction.

Dès la sortie du village de Couquèques, vers Bégadan, le banc calcaire supérieur s'abaisse de 5 mètres à 2 mètres, au niveau du marais qui sépare l'affleurement de Couquèques de celui de Bégadan; il reparaît sur l'autre rive et s'élève à 7 mètres au Breuil.

Le marais occupe donc l'emplacement d'une cuvette formée par un ridement de la surface du calcaire de direction NE-SO.

Près du Breuil, on trouve, assez rares, des fragments de Calcaire renfermant *Alveolina elongata;* c'est le seul point des affleurements du Bas-Médoc où ce Foraminifère a été rencontré.

Les couches à O. cucullaris et le Calcaire lacustre de Plassac dans le Bas-Médoc (de Pauillac à Bégadan).

Matheron, dès 1867, avait expliqué que dans la partie nord du Médoc les dépôts lacustres de la rive droite étaient remplacés par une formation marine dite *Calcaire de Saint-Yzans,* caractérisée par une faune de Cérithes et l'abondance de Milioles.

En 1878 [264], il est moins affirmatif : « Il nous avait semblé dans le temps que les couches particulières, auxquelles nous avons donné le nom de *Calcaire de Saint-Yzans,* remplaçaient dans une certaine mesure le calcaire lacustre ». Il pense alors qu'il n'y aurait pas de passage latéral, mais une diminution graduelle de la formation continentale, du Sud-Est au Nord-Ouest. Il écrit : « le *Calcaire lacustre de Plassac* se présente sous un tout autre aspect dans le Médoc; il s'y résume parfois en une seule petite couche de marne argileuse et les marnes verdâtres accompagnées de quelques minces couches de calcaire lacustre, là où elles existent, sont loin d'avoir la puissance qu'elles atteignent dans les environs de Blaye... Il est probable que ces couches s'amincissent de plus en plus à mesure qu'elles avancent vers le Nord-Ouest et qu'elles cessent d'exister dans la partie septentrionale du Médoc. » [264, p. 7.]

Cette nouvelle conception est en réalité très éloignée de la première. Elle suppose des phénomènes et une tectonique qui sont en opposition avec les opinions antérieures de l'auteur. Mais nous verrons que Matheron, *à la suite sans doute de nouvelles observations, se faisait en 1878 une idée très exacte de la transgression graduelle du* Calcaire de Saint-Estèphe *sur le* Calcaire lacustre de Plassac *et que cette conception écartait nécessairement l'hypothèse de la continuité des dépôts marins dans le Médoc.*

Les auteurs qui suivirent, Vasseur, Benoist *et* Linder *ne tinrent pas compte du changement d'opinion de* Matheron *et*

conservèrent les idées que cet auteur avait exposées en 1867.

Vasseur sépare également les couches de Plassac du *Calcaire de Blaye* et désigne la formation marine du Médoc par l'expression *Calcaire à Cérithes de Bégadan.* Ces couches marines, dit l'auteur, sont caractérisées « dans les environs de Bégadan et de Saint-Yzans par une faune saumâtre ou marine et renfermant en particulier de nombreux Cérithes : *C. interruptum* var. *unisulcatum, C. perditum, Delphinula conica, Lithocardium sp.*, etc. » [p. 403].

Benoist, dans l'ensemble, adopte également les anciennes idées de Matheron et place dans le Bartonien le complexe de Plassac qu'il désigne par l'expression *couches fluvio-marines de Saint-Yzans.* « Ces assises, écrit-il, peuvent s'observer à Saint-Yzans et aux environs de Bégadan sous la forme d'un calcaire marin contenant quelques Echinides, plusieurs espèces de *Cerithium* et une grande quantité d'*Orbitolites* et des *Miliolites.* » [38, p. 19.]

En fait, les expressions « faune saumâtre » et « couches fluvio-marines » ne correspondent à aucune réalité. Les dépôts sont partout franchement marins; les quelques Cérithes qu'ils renferment sont associés, selon les points considérés, soit à des Echinides, soit à des Polypiers, soit à des Mollusques sublittoraux.

Les Calcaires marins de Bégadan *et* de Saint-Yzans *changent rapidement de facies en des points voisins; ils représentent, ainsi que nous allons le voir, la partie inférieure du* Calcaire de Saint-Estèphe. Nous suivrons la continuité de cette assise, au-dessus du Calcaire lacustre, en nous dirigeant vers le Sud-Est.

Région de Couquèques, Saint-Yzans, Bégadan (bordure occidentale du bombement de Couquèques)

La couche à *Sismondia intermedia* est ordinairement enlevée sur tous les points où elle n'est pas recouverte par une formation résistante. On la rencontre à la base de tous les promontoires que l'érosion a découpés sur la bordure du *Calcaire de Saint-Estèphe.* Elle est enlevée complètement dans la partie axiale (NE-SO) du bombement de Couquèques.

C'est en partant du gisement à *Sismondia* de la carrière 24 que l'on peut suivre, avec le plus de précision, la succession des couches. Le flanc sud du monticule couronné par ce gisement est couvert de nombreux fragments de Calcaire à *Mytilus.* On y trouve aussi des débris d'une grande Huître provenant de la couche suivante démantelée et dont la décalcification a donné la terre arable.

En s'éloignant au Sud-Est, vers la dépression dont le fond est suivi à la cote 3 par un chemin non carrossable, on trouve un affleurement assez étendu de la couche 3. Mais le facies est ici

tout différent. C'est un grès calcaire grisâtre renfermant *Sismondia intermedia, Pectunculus, Vulsellopsis, Pecten* et quelques Milioles.

Ce gisement s'étend vers le Nord dans les vignes, de la cote 3 à la cote 5. Le facies change rapidement.

Le calcaire gréseux à *Sismondia* passe à un calcaire gris bleuâtre très dur, à texture cristalline et à cassure conchoïdale. A un niveau un peu plus élevé, le même calcaire, plus tendre, devenant argileux, jaunâtre et alvéolaire, présente le facies des dépôts lacustres. Mais il renferme encore des fossiles marins dont la grande Huître déjà rencontrée à la carrière 24. Ce fossile se trouve en place dans la couche, au bout de l'allée des vignes qui se termine près d'un petit talus marquant la bordure du ressaut transversal qui court, en direction NO-SE, depuis la carrière 13 (gisement en *a*, coupe 4, fig. 19).

Le banc d'Huîtres renferme de nombreux échantillons de grande taille de ce fossile. L'argile durcie, jaunâtre, est traversée de filons de calcite. C'est exactement ce qui se passe dans l'argile à *Ostrea cucullaris* de Plassac et dans son équivalent de la carrière de l'Octroi de Blaye. La grande Huître doit être la même que celle dont on trouve les débris dans la couche à *Ostrea cucullaris* à Blaye et à Listrac. Elle est proche d'*Ostrea bersonensis;* elle doit être rapportée non à cette espèce, mais à une forme voisine décrite par Matheron, *Ostrea Billaudeli.*

Au-dessus, on trouve une formation tout à fait différente. C'est un calcaire presque exclusivement composé de Milioles et renfermant la faune d'Echinides du *Calcaire de Saint-Estèphe : Echinolampas ovalis, Sismondia occitana, Echinanthus elegans* et *Echinopsis elegans.*

Entre la couche 3 et cette nouvelle formation qui renferme la faune du Calcaire de Saint-Estèphe *le changement du facies et de la faune est si complet et si brusque qu'on ne peut admettre une succession normale et une continuité de la sédimentation.*

Deux observations font penser qu'il existe en ce point une lacune et que le Calcaire de Saint-Estèphe *est transgressif et posé en discordance sur la couche précédente.*

1° Sur la bordure nord de l'affleurement du Calcaire à *Ech. ovalis,* on ramasse des fragments de Calcaire à Milioles, grossiers et renfermant des graviers quartzeux.

2° A la limite sud du même affleurement, au bas du monticule m^1, au niveau de Canteloup, on rencontre des blocs de la couche 3 dont la surface est complètement recouverte de perforations.

Ces deux faits donnent au Calcaire à Ech. ovalis *un caractère transgressif. Sur ce point il présente également une discordance angulaire par rapport au* Calcaire de Couquèques dont le pendage au Sud-Ouest est plus accentué que sur les autres bordures du bombement.

Le Calcaire à *Ech. ovalis* au contraire s'étale largement vers le Sud-Est où il forme la plaine à peu près horizontale qui se voit entre Canteloup et Grand-Cigognac, à une altitude qui ne dépasse pas 5 mètres.

Nous sommes ici dans une zone où la tectonique, bien que très atténuée, est complexe. Il s'ensuit que la stratigraphie et la limite des affleurements n'ont point la simplicité qui ressort des tracés de la Carte géologique. La place et les limites de la couche 3, dans la figure 18, font ressortir ce caractère.

Après avoir dépassé le ruisseau de Cigognac, sur la route de Couquèques à Saint-Yzans, à la bifurcation des chemins où s'érige une croix, on se trouve sur une plateforme constituée par la surface subhorizontale du *Calcaire de Saint-Yzans.*

La comparaison des assises des creusements 28, 29, 30 est instructive. Le calcaire de la carrière 28, formé presque exclusivement de Milioles agglomérées, renferme de nombreux *Orbitolites complanatus* de toutes les tailles, de 5 millimètres à 30 millimètres. Les Echinides sont ceux de la faune du *Calcaire de Saint-Estèphe* déjà rencontrée au monticule *m.* Mais *Sismondia occitana* et *Echinolampas ovalis* y sont rares. De plus, on voit apparaître là un grand *Echinolampas* globuleux et très polymorphe.

Dans la série des formes s'interpose celle qui a été décrite et figurée par Cotteau sous le nom d'*Echinolampas lesparrensis.*

Le calcaire du creusement 29 est tendre et friable, ce qui explique l'érosion plus intense de cette région. Il renferme une petite faune de Mollusques, *Echinanthus elegans* et *Echinolampas lesparrensis.*

Dans le creusement 30, le *Calcaire à Milioles* est compact et dur; sa faune de Mollusques est pauvre, mais *Echinanthus elegans* et *Echinolampas lesparrensis* y sont très communs.

Le *Calcaire à Milioles de Saint-Yzans,* sur le territoire de la commune, a une puissance moyenne de 5 mètres. Sa base, qui est à 7 mètres à Couquèques, près de Canterane, s'abaisse vers le Sud-Est, au delà de Saint-Yzans, au-dessous des alluvions modernes.

De Canterane aux Granges, en suivant la route de Couquèques à Lesparre, on marche sur le banc calcaire de l'assise 2^b, en direction des pendages. Le banc se voit à gauche de la route, à nu, dans une friche qui précède le petit ruisseau. Puis les alluvions modernes le recouvrent sur une centaine de mètres.

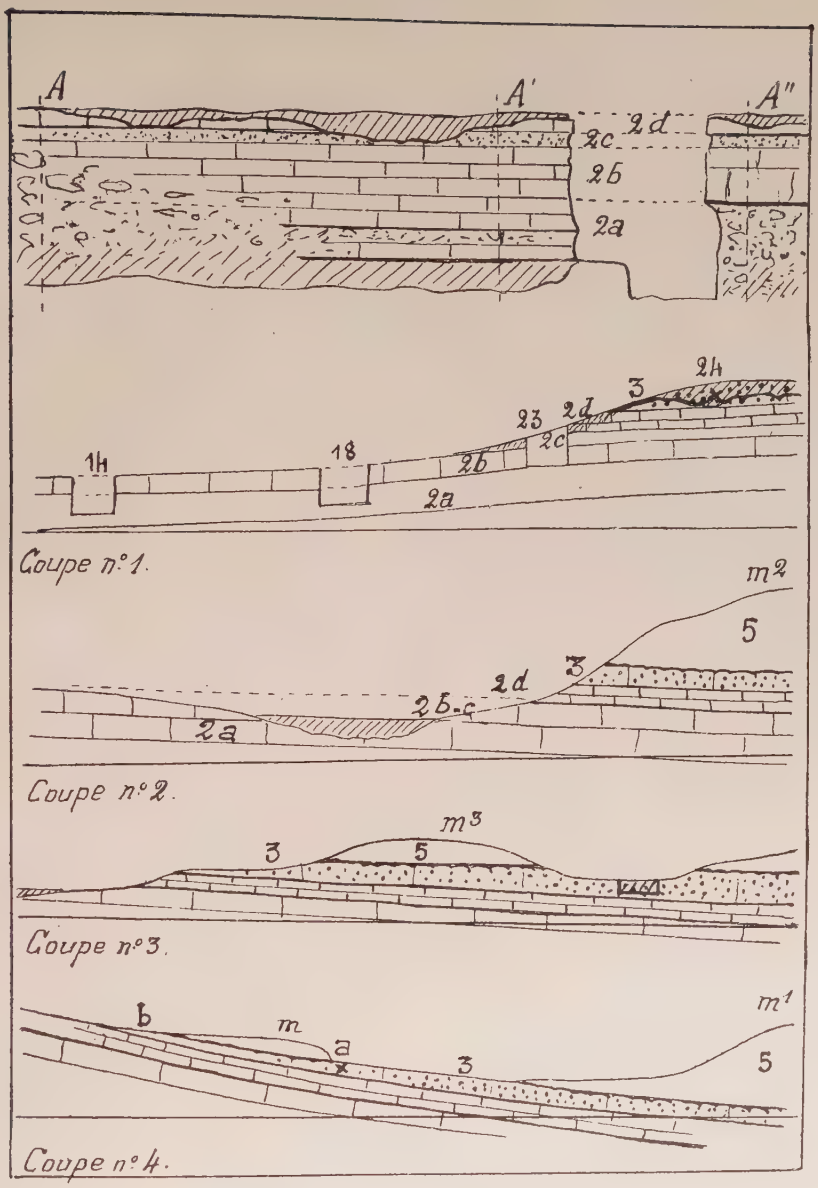


Fig. 19. — I. Le *Calcaire de Couquèques* : carrière n° 3 (fig. 18).

Coupes 1, 2, 3, 4 : relations entre le *Calcaire de Couquèques* (couche 2d à *Mytilus*), la couche à *Sismondia intermedia* (c. 3) et le *Calcaire de Saint-Estèphe* (base, *Calcaire de Saint-Yzans*, c. 5).

m, m^1, m^2, m^3 : monticules formés par la couche 5 (fig. 18). — a (coupe 4) : gisement à *Ostrea Billaudeli*.

Mais on le retrouve au delà, toujours à gauche de la route, dans les champs, où on recueille encore *Echinolampas burdigalensis*, *Brissoides Croizieri* et *Schizaster Desmoulinsi*. Bientôt, le terrain se relève et on ne rencontre plus que des fragments de Calcaire à *Mytilus*. En remontant la pente du monticule m^2, le *Mytilus* disparaît et on ramasse *Sismondia intermedia*. On trouve en même temps des fragments d'un calcaire argileux blanc avec des traînées verdâtres renfermant des Milioles, des moulages de *Pectunculus* et le grand *Vulsellopsis* déjà vu à Listrac dans la couche à Huîtres 3. Au-dessus vient un calcaire miliolitique moins marneux, à faune très pauvre. C'est la masse de cette nouvelle couche qui forme le monticule m^2.

La coupe n° 2 (fig. 19) représente cette succession.

Le *Calcaire de Couquèques* dépasse la dépression des Granges. Si on abandonne la route de Lesparre pour prendre, aux Granges, celle de Civrac, la partie basse des champs, à droite, montre des fragments de Calcaire à *Mytilus* avec de rares *Echinolampas burdigalensis*. Mais, des deux côtés de la route et en contournant le monticule m^3, à gauche, on rencontre de nouveau le Calcaire à *Sismondia intermedia*.

La dépression qui contourne ce monticule, et qui coupe la route de Lesparre, est constituée par cette couche. Celle-ci est exploitée près de la route; on enlève là un calcaire miliolitique blanc en plaquettes renfermant de nombreux moulages de Mollusques et, en très grande abondance, *Sismondia intermedia*. Parmi les Mollusques, le *Pectunculus* déjà rencontré domine; mais on trouve aussi *Corbis lamellosa* et le grand *Vulsellopsis* caractéristique de ce niveau. En remontant les bords de la dépression, au delà de la route, on quitte la couche 3 à *Sismondia intermedia* pour retrouver le calcaire miliolitique qui constitue la couche suivante.

La coupe n° 3 (fig. 19) résume les relations de ces différentes assises.

Vers Bégadan, aux abords du chemin qui conduit du Breuil à la Lande, jusqu'au delà de la route de Bégadan à Couquèques, on suit la plateforme du *Calcaire de Couquèques* dont la limite, à l'Ouest, montre quelques fragments renfermant *Alveolina elongata* de grande taille.

Bientôt après, à la sortie d'un petit bois, au bord du chemin, on rencontre des blocs calcaires renfermant en abondance le petit *Mytilus* de la dernière couche de Couquèques. En même temps, on peut ramasser des fragments d'un grès calcaire jaunâtre avec *Sismondia intermedia* et d'un calcaire argileux verdâtre renfermant une petite faune de Mollusques.

Le terrain se relève ensuite pour former un nouveau monticule

constitué par un calcaire à Milioles blanc comme dans les monticules de Couquèques m^1, m^2, m^3.

La succession des couches, de Saint-Yzans à Bégadan, est donc partout la même. L'assise 3 *à* Sismondia intermedia, *faisant suite à un banc à* Mytilus *qui termine le* Calcaire de Couquèques, *est surmontée directement par un* Calcaire à Milioles *qui renferme la faune du* Calcaire de Saint-Estèphe *et que la Carte géologique, d'après* MATHERON *(1867)*, VASSEUR, BENOIST *et* LINDER, *désigne par le nom de* Calcaire de Saint-Yzans.

RÉGION DE SAINT-ESTÈPHE (DE SAINT-YZANS A PAUILLAC)

Dans la région de Saint-Estèphe, la composition des couches à *O. cucullaris* a été relevée avec une grande précision par BENOIST.

La description qu'il donne de la succession des dépôts du port de Saint-Estèphe comprend, en réalité, les couches à *O. cucullaris*, le *Calcaire lacustre de Plassac* et la base du *Calcaire de Saint-Estèphe*. On trouve, de haut en bas, d'après BENOIST :

1. Argile marneuse verte remplie de débris de coquilles; *Corbula sp. ind.*, *Anomia*, *Ostrea bersonensis* (R); cette argile contient des plaquettes calcaires remplies d'empreintes de *Corbula* et d'Annélides	4 m.
2. Calcaire marneux gris blanchâtre, avec *Orbitolites* et Foraminifères; côte de Lamantin (coll. H. BROCHON)	2 m.
3. Argile jaune verdâtre avec débris de Pecten et *Corbula sp. ind.*	1 m.
4. Calcaire compact jaune rougeâtre en rognons d'apparence lacustre, peu fossilifère : *Melania* (RR)	0 m. 50
5. Argile jaune ou verdâtre avec nodules calcaires fossilifères.	2 m.
6. Calcaire argileux, strontianifère, gris verdâtre	0 m. 50
7. Argile grise ou verdâtre avec concrétions strontianifères et *Corbula angulata*, *Lucina*	0 m. 50
8. Calcaire marneux concrétionné, jaunâtre, rempli de moules et d'empreintes de *Corbula angulata*, *Ostrea cucullaris*, *Anomia sp.* et de nombreux débris de Crustacés	1 m.
9. Marne argileuse jaunâtre à *Corbula angulata*	0 m. 50
10. Calcaire marneux semblable au n° 8	1 m.
11. Argile jaunâtre, grisâtre ou verdâtre	2 m.

Cette couche de base passe, en suivant la rive, à une argile verte compacte à nodules calcaires qui repose sur le *Calcaire de Blaye* du banc de Montrose.

La succession des couches constitue une série complète.

1° *Couches à* O. cucullaris. — Les couches marines littorales de

11 à 5, ayant ensemble 7 m. 50, représentent l'assise 3 à *O. cucullaris* de Blaye, Listrac et Couquèques. On suit cette assise dans les forages entre ces trois affleurements, sans interruption et avec les mêmes caractères. Elle possède aux différents points la puissance suivante : Margaux, 6 m. 92; Beychevelle (f. 13), 11 m. 10; Pauillac (f. 9), 8 m. 75, (f. 10), 8 m. 88; Saint-Seurin (f. 7'), 7 m. 42; Saint-Yzans (f. 7), 6 m. 50; Couquèques, 2 mètres.

2° *Calcaire lacustre de Plassac,* couches 4 et 3 (épaisseur, 1 m. 50). — On suit également cette formation de Margaux à Saint-Yzans; mais le facies calcaire typique ne dépasse pas Beychevelle. De Pauillac à Saint-Yzans, il est remplacé par des argiles marneuses verdâtres ou bleuâtres qui ont été décrites dans les forages. Il ne s'agit plus d'une formation exclusivement lacustre, les influences marines s'y font sentir ainsi qu'en témoigne la faune de Mollusques de certains niveaux.

3° *Couches de base du* Calcaire de Saint-Estèphe, couches 2 et 1 (épaisseur, 6 mètres). — *La couche 2, où on voit reparaître le facies calcaire avec* Orbitolites complanatus *et des Milioles, marque un retour transgressif de la mer. Il ne s'agit pas d'un fait d'ordre local, mais d'un phénomène général dans le* synclinal de Pauillac.

Au-dessus de l'argile verte, représentant le *Calcaire lacustre,* dans le forage 9, on trouve un banc épais de 4 mètres d'un calcaire tendre blanc, miliolitique, surmonté sur 5 m. 65 par des marnes panachées : ce sont les couches 2 et 1 de Saint-Estèphe.

De même, à Beychevelle, au-dessus du banc calcaire lacustre gris fétide de 0 m. 66, on trouve sur 7 m. 20 les calcaires et les marnes argileuses des forages précédents.

A Margaux enfin, le *Calcaire lacustre* qui prolonge celui de la rive droite est surmonté par des couches marines argilo-marneuses transgressives de 6 m. 50 d'épaisseur.

En revenant vers le Nord, dans la région de Saint-Seurin et de Saint-Yzans, les couches de base de Saint-Estèphe consistent en une argile grise renfermant des nodules calcaires, *O. bersonensis* et *Sismondia occitana.* Ce sont ces couches qui, devenant calcaires, forment le promontoire sur lequel est bâti le village de Saint-Yzans et qui sont connues sous le nom de *Calcaire de Saint-Yzans.*

Nous avons suivi ce calcaire sur la bordure occidentale du bombement de Couquèques, jusqu'à Bégadan. Partout où il est fossilifère, il renferme la faune du *Calcaire de Saint-Estèphe.* Partout également où l'observation est possible, on le voit recouvrir l'assise 3 à *Sismondia intermedia,* laquelle représente les couches à *O. cucullaris.*

Le Calcaire lacustre de Plassac *manque donc totalement dans cette région.*

En réalité, cette dernière formation, dont nous avons vu

l'épaisseur diminuer progressivement sous un calcaire marin transgressif, finit en biseau contre le bombement de Couquèques, comme les couches à Sismondia intermedia, *mais en restant en retrait plus au Sud.*

Résumé et conclusions
(fig. 20)

Calcaire de Couquèques

Les couches exploitées à Couquèques font partie d'un banc de calcaire compact de 4 mètres d'épaisseur en moyenne que l'on suit sans interruption, en surface ou dans les forages, depuis Pauillac jusqu'à Valeyrac. Cette assise est superposée à des dépôts variés d'une dizaine de mètres d'épaisseur, détritiques dans le *synclinal de Pauillac* et calcaires dans celui *de Bordeaux* où ils constituent la masse du *niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye.*

Le *Calcaire de Couquèques* représente donc le sommet de ce niveau. Il comprend, comme celui de Blaye *(s. str.)*, un calcaire miliolitique compact, *1*, surmonté de couches de facies variable, *2 a, b, c, d,* renfermant une riche faune de Mollusques et d'Echinides.

La répartition des espèces est en relation avec les variations de facies. *Les Echinides forment des associations très localisées : Echinolampas dorsalis* est limité à la zone *A* (fig. 18), *Peronella sp.* à la zone *B, Medocechinus Neuvillei* et *Blaviaster Grossouvrei* à la bordure orientale de la zone *C.*

En outre, *certaines espèces présentent des variations morphologiques étendues, en relation avec les changements de facies. Echinolampas burdigalensis,* en particulier, est petit et allongé dans les dépôts argileux de la carrière *3,* circulaire, plat et de grande taille dans les facies marneux des carrières du groupe *B* et pentagonal et élevé dans le banc à Polypiers du groupe *C.*

Ces faits, qui s'observent dans l'étendue d'un cercle de 800 mètres de rayon et dans des couches de 1 à 3 mètres d'épaisseur, permettent de comprendre les associations et les variations du même ordre, rencontrées à Blaye, sur une distance et dans une épaisseur de dépôts trois fois plus grandes.

Les assises 1 et 2, qui composent le *Calcaire de Couquèques,* correspondent à deux phases de sédimentation. Les dépôts de

la première ont dû se former dans les eaux calmes et assez profondes. La seconde, au contraire, présente les caractères d'une formation littorale.

La formation d'un banc à *Mytilus* 2[d] et la disparition rapide de la faune indiquent un mouvement négatif. *Il n'y a pas cependant d'émersion et par suite d'interruption dans la formation des dépôts : les couches à* Sismondia intermedia *continuent la sédimentation.*

Cette conclusion est en opposition avec les idées admises d'après MATHERON, VASSEUR, BENOIST *et* LINDER.

COUCHES MARINES ET LACUSTRES DE PLASSAC

Couches à Ostrea cucullaris

Les couches à *Ostrea cucullaris* de Plassac sont représentées à Couquèques par l'assise à *Sismondia intermedia,* laquelle, sur tous les points, de Bégadan à Saint-Yzans, est superposée au banc à *Mytilus*. L'extension de ce banc montre qu'on avait, dans cette région, une bordure littorale avec une épaisseur d'eau trop faible pour que la faune de Couquèques pût continuer à s'y développer.

Le mouvement d'émersion qui suivit n'éleva pas d'une manière uniforme les couches déjà consolidées. Il provoqua, en même temps que le redressement de la bordure, le relèvement en dôme de la région de Couquèques.

La mer à *Sismondia intermedia* eut ainsi son rivage sur la bordure orientale du bombement. Les dépôts ne possédaient pas l'uniformité de ceux de la période précédente. Près du rivage, *Ostrea Billaudeli* se développait dans une argile jaune verdâtre. A peu de distance se déposaient des calcaires verdâtres ou jaunâtres où vivaient, avec *O. Billaudeli* plus rare, *Anomia tenuistriata,* un grand *Vulsellopsis,* des Pectens et *Sismondia intermedia*. Enfin, à 500 mètres au Sud-Est (carrière 25), dans des eaux plus profondes où se déposaient des calcaires blancs, cette dernière espèce pullulait, avec des Mollusques, *Pecten, Pectunculus* et *Corbis*.

Ces changements de facies, correspondant à un accroissement assez rapide de la profondeur des eaux, *prouvent que le banc à* Mytilus *avait été redressé et que les nouveaux dépôts présentent une légère discordance par rapport au* Calcaire de Couquèques.

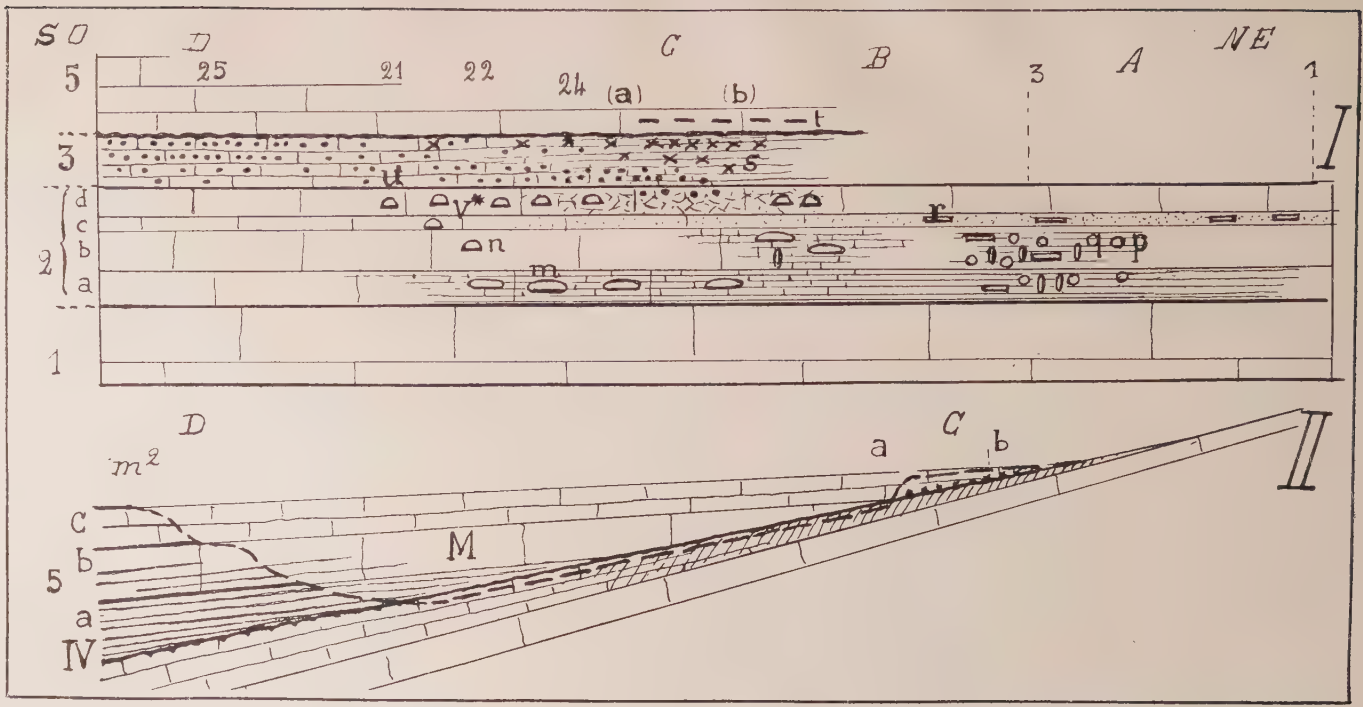


FIG. 20. — Le Calcaire de Couquèques.

I. Représentation demi-schématique.

1 : calcaire compact. — $2^{a-b-c-d}$: couches à Mollusques et Echinides. — 3 : couches à *Sismondia intermedia*. — 5 : Calcaire à Milioles de Saint-Yzans. — m : *Ech. burdigalensis* forme circulaire. — n : *Ech. burdigalensis* forme élevée. — q : *Ech. burdigalensis* forme allongée. t : *Ech. lesparrensis*. — r : *Ech. dorsalis*. — p : *Schizaster latus*. — v : *Medocechinus Neuvillei*. — u : *Sismondia intermedia*. — s : *Ostrea Billaudeli*.

II. Relations entre le Calcaire de Couquèques et le Calcaire de Saint-Yzans. (Explications dans le texte.)

La position de la couche 3 dans la coupe II (fig. 20) représente les phénomènes que nous venons de décrire.

Calcaire lacustre de Plassac et Calcaire de Saint-Yzans

Un nouveau relèvement de la bordure et une accentuation du bombement de Couquèques éloignèrent la mer vers l'Ouest et produisirent une interruption de la sédimentation.

Le rivage fut rejeté dans le *synclinal de Pauillac :* le passage des formations marines à des formations continentales s'effectuait dans la région de Saint-Estèphe (couches 3 et 4 du Port, d'après Benoist).

Lorsque la mer revint dans la région de Couquèques, elle ravina la surface de l'assise à Sismondia intermedia *relevée* (fig. 20, II).

Les premiers dépôts, formés par une marne argileuse jaunâtre 5^a, puis par un calcaire tendre blanc verdâtre 5^b, n'arrivèrent pas jusqu'à Couquèques. La dernière phase de la transgression s'étendit plus loin et arriva jusqu'aux abords du village. Dans cette mer peu profonde pullulaient Milioles et Orbitolites et se développait une nouvelle faune d'Echinides, celle du *Calcaire de Saint-Estèphe. Ce sont ces bancs supérieurs, constitués par un calcaire miliolitique, qui ont été appelés* Calcaire de Saint-Yzans. Ils forment le couronnement des monticules *m, m^1, m^2, m^3* (fig. 18), la plaine de Cigognac et le plateau de Saint-Yzans. Nous les avons décrits, avec leur faune, dans les carrières 28, 29, 30.

A Couquèques, au point où ils viennent recouvrir les argiles à O. Billaudeli (c. II, fig. 20), *il existe donc une discordance et une lacune importante constituée par l'absence du* Calcaire lacustre de Plassac *(couche 4) et des niveaux inférieur 5^a et moyen 5^b du* Calcaire de Saint-Yzans.

Ainsi s'explique la grande différence des faunes que nous avons signalée dans la description de la coupe 4 (fig. 19), laquelle trouve son explication dans le schéma II de la figure 20 (la partie *M* ayant été enlevée par l'érosion, le schéma II reproduit la coupe 4).

En résumé, l'assise 3 à Sismondia intermedia, *équivalent latéral des couches à* O. cucullaris, *continue la sédimentation du* Calcaire de Couquèques *pendant une phase de relèvement de la bordure du* Bassin girondin.

L'accentuation de ce mouvement négatif a pour conséquence

l'absence, dans la région de Couquèques, d'une formation équivalente au Calcaire lacustre de Plassac.

Le Calcaire de Saint-Yzans *représente le début d'un nouveau cycle de sédimentation; par sa position et par sa faune, il appartient au* Calcaire de Saint-Estèphe.

Ces deux dernières conclusions s'éloignent des opinions admises et se rapprochent des idées exprimées par MATHERON *en 1878.*

LE CALCAIRE DE SAINT-PALAIS

Saint-Palais (Charente-Inférieure)

(fig. 21, vues 5, 6, 7, 8)

Le *Calcaire éocène de Saint-Palais* forme une petite falaise sur la rive droite de l'estuaire, au Nord-Ouest de Saint-Palais, du pont de la Corniche à l'anse de Puyraveau. Il reparaît ensuite, en lambeaux discontinus, à l'autre extrémité de l'anse, au pied du Phare de Terre-Nègre. La vue d'ensemble I des affleurements de la figure 21 montre sa position.

Peu de formations, de si petite étendue, ont donné lieu à plus de controverses que le *Calcaire de Saint-Palais*. Toutes les difficultés semblent avoir été réunies : isolement complet, discordance sur le bord d'une faille hypothétique et d'une amplitude inconnue, faune d'Echinides considérée comme originale.

En fait, ce sont surtout les synchronismes qui ont été discutés et la position attribuée au *Calcaire de Saint-Palais* a varié du Londinien au Rupélien en passant par tous les étages intermédiaires. Il serait trop long et sans utilité de résumer ici l'histoire de ces incertitudes; énumérons seulement les principaux travaux avec, chaque fois, la position attribuée au *Calcaire de Saint-Palais*.

DATE	AUTEURS	POSITION	TERRAINS ÉQUIVALENTS
1843	D'ORBIGNY. . .	Rupélien	*Grès de Fontainebleau.*
1846	D'ARCHIAC. . .	Eocène sup^{r} ..	*Calcaire du Médoc (Blaye + Saint-Estèphe)*
1848	DELBOS	Rupélien	*Partie supérieure du terrain nummulitique.*
—	RAULIN	Londinien	*Sables de Cuise.*
1873	LINDER	Lutétien	*Calcaire de Blaye et de Saint-Estèphe.*

DATE	AUTEURS	POSITION	TERRAINS ÉQUIVALENTS
1881	VASSEUR	Lutétien inf^{r} ..	*Calcaire grossier inférieur du Bassin de Paris.*
1883	COTTEAU	Lutétien inf^{r} ..	*Calcaire grossier inférieur.*
1884	VASSEUR	Lutétien	*Calcaire de Blaye.*
1885	BENOIST	Lutétien inf^{r} ..	*Calcaire grossier inférieur du Bassin de Paris.*
1888	BENOIST	Lutétien inf^{r} ..	*Sables à Num. du Médoc.*
1901	DOUVILLÉ	Lutétien	*Calcaire grossier de Blaye.*
1905	DOUVILLÉ	Lutétien moyen	*Partie inférieure du Calcaire de Blaye.*
1910	DOUVILLÉ ...	Bartonien	*Au-dessus du Calcaire de Blaye.*
1912	LAMBERT	Lutétien	*Partie inf^{re} et moyenne du Calcaire de Blaye.*
1923	ABRARD	Lutétien sup^{r}..	*Au-dessus du Calcaire de Blaye.*
1927	ABRARD	Lutétien sup^{r}..	*Partie supérieure du Calcaire de Blaye.*
—	LAMBERT	Auversien	*Calcaire de Blaye.*
1930	LAMBERT	Bartonien inf^{r}.	*Calcaire de Blaye.*
—	CASTEX	Lutétien	*Calcaire de Blaye inférieur et moyen.*
1931	ABRARD	Lutétien inf^{r} ..	*Partie inférieure et moyenne du Calcaire de Blaye.*
—	FABRE	Bartonien inf^{r}.	*Calcaire de Blaye.*
1933	ABRARD	Lutétien inf^{r} ..	*Partie inférieure du Calcaire de Blaye.*

Jusqu'en 1884, les solutions proposées furent forcément précaires car la distinction des principaux terrains de l'Aquitaine n'était pas encore bien définie.

A partir de la monographie de VASSEUR de 1884, on voit se dessiner deux tendances. La première, qui réunit l'unanimité de 1884 à 1910, considère ce Calcaire comme une formation peu élevée représentant la partie inférieure et moyenne du *Calcaire grossier de Blaye* et du Bassin de Paris. M. ABRARD, après avoir, de 1923 à 1927, marqué quelques variations d'opinion, reprend en 1928, et conserve depuis, les thèses de VASSEUR et de BENOIST.

La seconde tendance, issue des travaux de DOLLFUS et de BOUSSAC, est exprimée pour la première fois en 1910 par H. DOUVILLÉ et adoptée, pour d'autres raisons, par M. LAMBERT, d'une manière définitive, en 1927.

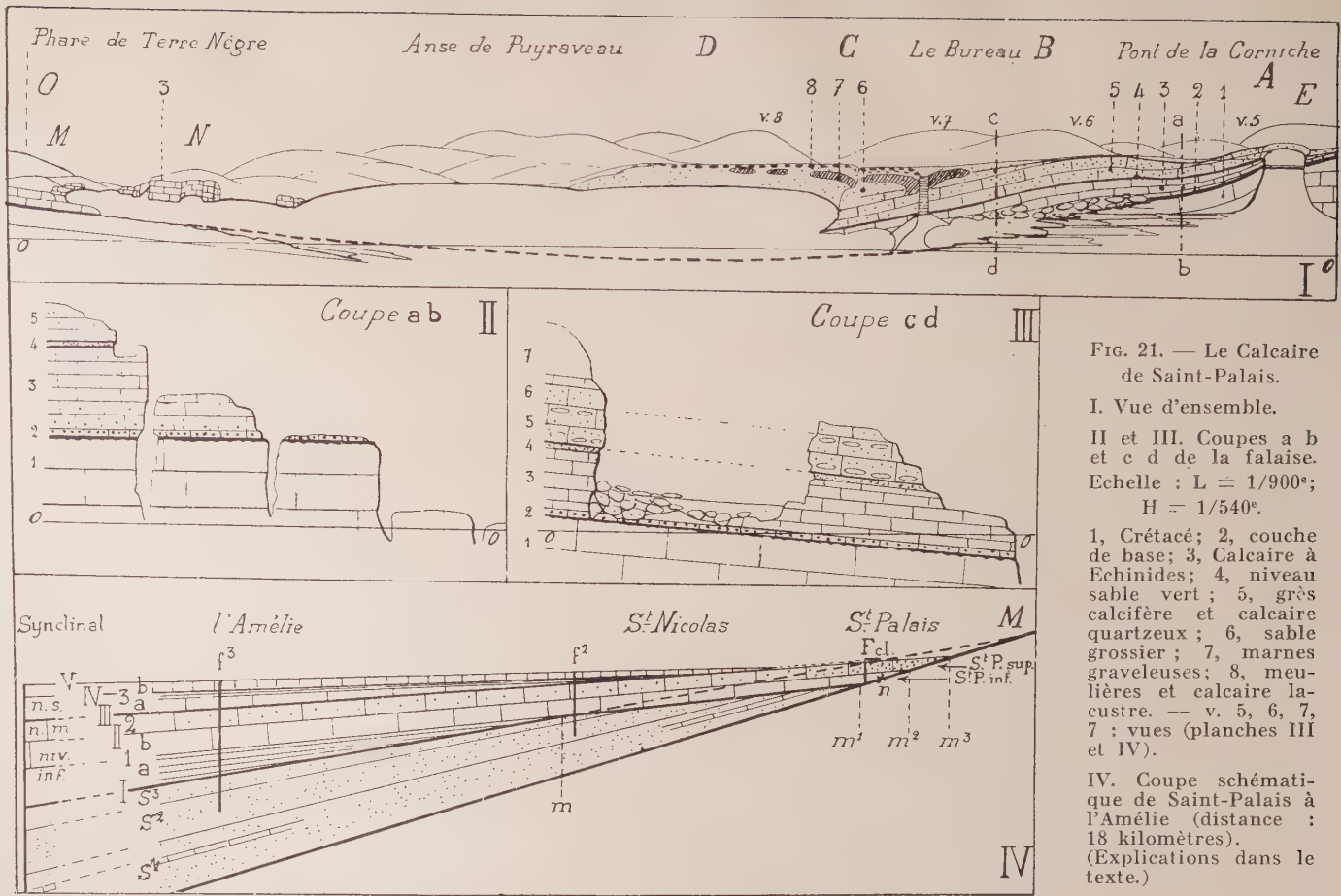


FIG. 21. — Le Calcaire de Saint-Palais.

I. Vue d'ensemble.

II et III. Coupes a b et c d de la falaise. Echelle : L = 1/900e; H = 1/540e.

1, Crétacé; 2, couche de base; 3, Calcaire à Echinides; 4, niveau sable vert ; 5, grès calcifère et calcaire quartzeux ; 6, sable grossier ; 7, marnes graveleuses; 8, meulières et calcaire lacustre. — v. 5, 6, 7, 7 : vues (planches III et IV).

IV. Coupe schématique de Saint-Palais à l'Amélie (distance : 18 kilomètres). (Explications dans le texte.)

Les deux conceptions qui s'affrontent peuvent se résumer ainsi :

1° Le *Calcaire de Saint-Palais,* équivalent du *Calcaire d'Arthon* et de la partie inférieure du *Calcaire de Blaye,* représente le Lutétien inférieur et moyen.

2° Le *Calcaire de Saint-Palais,* équivalent des dépôts éocènes de la Basse-Loire et du *Calcaire de Blaye,* représente le Bartonien inférieur.

Nous aurons à examiner les arguments qui justifient chacune de ces conceptions et à justifier notre adhésion à la première.

Description du gisement. — L'aspect géographique du dépôt tertiaire de Saint-Palais est bien connu de ceux qui ont suivi le chemin de la Corniche qui conduit de Saint-Palais aux plages du Bureau et de Terre-Nègre.

Dès qu'on a dépassé le pont de la Corniche, au lieu de la falaise crétacée verticale et à contours adoucis, se prolongeant en mer par des bancs subhorizontaux, on a devant soi une falaise irrégulière avec blocs cahotiques à sa base et, en avant, en mer, formant des îlots réunis par leur socle, des massifs ruiniformes profondément découpés en tous sens et entaillés verticalement jusqu'à une grande profondeur.

De la plage, on voit les couches de ces rochers avancés se raccorder exactement avec celles de la falaise tertiaire. Il suffit donc, pour avoir une idée exacte de la formation, de décrire celle-ci (les indications du texte se rapportent à la vue demi-schématique I de l'ensemble de la formation, figure 21).

La description que Vasseur donna du *Calcaire de Saint-Palais* en 1884 est très complète; il convient de la rappeler en la résumant, soit de bas en haut :

1. Craie de Royan à *Ostrea vesicularis.*
2. Calcaire marneux blanchâtre renfermant des débris de calcaire et des fragments de grès calcarifère verdâtre, renfermant *N. planulatus, Alv. oblonga, Cerith. gibbosulum.* 1 m.
3. Calcaire à Echinides grenu, passant à un grès calcarifère gris jaunâtre à Echinides, *Orb. complanatus, Ostr. flabellula.* 4 m.
4. Sable argileux verdâtre à *Ostrea flabellula* ..... 0 m. 10
5. Grès calcarifère à grains de quartz.
6. Sable ferrugineux brunâtre : de 0 m. 60 à l'Est à 3 mètres à l'Ouest (passage latéral de la couche précédente).
7. Marnes blanches grises sableuses (couche amincie brusquement à l'Est) : Echinides, Huîtres.
8. Fragments roulés de silex siliceux, d'après d'Archiac vestiges d'une ancienne formation lacustre.

On pourrait penser, d'après cette énumération, qu'on se trouve

en présence d'une série stratigraphique comprenant huit assises distinctes. En fait, le nombre des vrais niveaux est moins grand. L'assise 2 représente seulement un aspect particulier de la base du Calcaire à Echinides.

Les assises 5, 6 et 7 ne constituent pas trois niveaux distincts, mais trois facies particuliers qui passent latéralement les uns aux autres.

En réalité, le *Calcaire de Saint-Palais* comprend deux sortes de formations : une masse calcaire de 1 à 4 mètres d'épaisseur à la partie inférieure et des dépôts détritiques variés de même puissance à la partie supérieure. Nous ferons de ces deux divisions le *Saint-Palais inférieur* et le *Saint-Palais supérieur.*

Saint-Palais inférieur : le Calcaire a Echinides *(s. str.)*

Limite inférieure

Le *Calcaire à Echinides,* blanc, miliolitique et renfermant de petits cailloux de quartz, est posé directement sur la craie suivant une surface caractérisée par H. Douvillé [158, p. 52] de la manière suivante :

« Le sommet de la craie, au contact du calcaire éocène, est arrasé suivant une surface tout à fait plane. C'est vraisemblablement l'effet d'une érosion sous-marine sous une épaisseur d'eau assez grande. Il faut ajouter que ce n'est pas une surface de délit : nulle part, dans les falaises, les séparations des bancs crayeux ne présentent cette netteté et cette régularité. »

Ce caractère est mis en relief par la coupe *a b* (fig. 21, II) et par la vue 5 (pl. III).

C'est au contact du *Calcaire à Echinides* et de la craie que s'observe la couche 2 dite *conglomérat de base.*

En réalité, il ne s'agit pas d'une assise indépendante. D'une part, en effet, dès l'extrême base, le *Calcaire à Echinides* se présente avec son facies caractéristique et avec sa faune; d'autre part, près du pont de la Corniche, les débris de l'Eocène inférieur et du Crétacé mélangés se rencontrent encore à 1 mètre au-dessus de la base, ce qui représente en ce point la moitié de l'épaisseur du calcaire. C'est dire que, dans le voisinage, la mer a continué la destruction des formations antérieures jusqu'à un moment assez avancé du dépôt du *Calcaire à Echinides.*

Masse du Calcaire à Echinides
(couche 3, fig. 21, I, II, III, IV)

Le *Calcaire à Echinides* forme une masse compacte non stratifiée qui ne dépasse pas 4 mètres d'épaisseur. C'est dans la partie orien-

tale de la falaise tertiaire que les Echinides et les Mollusques sont le plus nombreux.

A l'Ouest *(B C)*, le calcaire est plus gréseux, les Echinides rares et les galets plus fréquents et plus gros. Vers l'Est, le calcaire devient jaunâtre dans la partie supérieure; on observe ce facies au niveau du chemin de la Corniche. En ce point, les Mollusques sont plus abondants; c'est le niveau à *Gualtieria Orbignyi*. On trouve le même calcaire jaunâtre à l'autre extrémité de l'anse de Puyraveau, à proximité du chemin d'accès à la plage.

Ce changement de facies, qui correspond à une diminution de la puissance du dépôt et qui se rencontre aux extrémités de la formation, indique que le petit bassin synclinal de Saint-Palais était déjà dessiné au moment du dépôt du *Calcaire à Echinides*.

Mais la limite supérieure actuelle indique également que l'allure synclinale s'est accentuée pendant le dépôt du niveau supérieur et postérieurement à ce dépôt. On a là, en quelque sorte en réduction, la figuration des mouvements lents et continus dont le présent mémoire généralise la conception.

Le *Calcaire à Echinides*, en dehors de la falaise du Bureau, constitue le socle des rochers des Peyrères qui s'avancent en mer. Le calcaire compact a résisté à l'érosion; il se présente sous l'aspect d'une plateforme que la mer recouvre aux grandes marées. Sa surface ravinée renferme des Echinides nombreux, mais d'une extraction difficile.

Avec le lambeau de Terre-Nègre on retrouve le facies caractéristique. Sa partie inférieure ne présente aucune trace de conglomérat de base : la ligne de contact avec le Crétacé parfaitement nivelé est particulièrement nette.

La petite falaise *N* est constituée par un calcaire jaunâtre, peu résistant et renfermant une faune bien conservée : *Gualtieria Orbignyi, Brissoides Croizieri, Schizaster Archiaci* y sont assez communs.

Limite supérieure du Calcaire à Echinides

Elle est mise en évidence d'une manière remarquablement nette par la présence constante d'une mince assise de sable verdâtre 4 de 5 à 15 centimètres d'épaisseur, dont l'homogénéité prouve qu'elle s'est déposée sensiblement au même niveau. La sédimentation calcaire a été brusquement interrompue par un changement de sens du mouvement du fond du bassin. La netteté des surfaces de contact et la présence de débris d'Huîtres semblent indiquer qu'il y a eu arrêt de sédimentation et peut-être destruction des dernières couches formées.

Cet épisode a dû cependant être de courte durée.

L'assise 4 de sable verdâtre peut être particulièrement bien

étudiée dans la partie *B C* de la falaise du Bureau, c'est-à-dire dans la partie centrale du petit *synclinal de Saint-Palais.*

Saint-Palais supérieur

Le *niveau supérieur* de l'Eocène de Saint-Palais présente des aspects très variés produits par les différentes combinaisons des éléments sableux et calcaires. A l'Ouest, des sables grossiers rougeâtres existent seuls. Ils forment dans l'anse de Puyraveau une petite falaise de 200 mètres de long sur 4 mètres de hauteur moyenne. En approchant de la plage du Bureau, leur partie supérieure, par places (vue 8, pl. IV), se charge de calcaire et devient marneuse.

Bientôt, aux abords de l'escalier qui descend à la plage, les marnes graveleuses deviennent plus épaisses et moins grossières. Elles renferment *O. complanatus, Alv. elongata, O. flabellula, Lenita patellaris, Echinodiscus marginalis* et des débris d'Echinides et de Mollusques.

En continuant vers l'Est, l'élément calcaire diminue de nouveau d'importance; il constitue seulement le ciment qui agglomère les grains grossiers de quartz pour former un grès compact.

Dans toute cette partie de la falaise, jusqu'en *B,* au-dessous des marnes graveleuses, on trouve un calcaire gréseux compact qui renferme de nombreux nodules dont la couleur blanche et la fine texture tranchent sur le fond gris jaunâtre de l'assise (vue 7, pl. IV).

Par leur forme et leur position, ces nodules paraissent représenter, non un dépôt original, mais plutôt le produit d'une transformation chimique consistant dans la perte de la silice et la concentration du calcaire.

Depuis *B,* de même que les marnes graveleuses superposées, le calcaire gréseux se charge de grains de quartz, de sorte que dans la partie orientale *B A,* le *Saint-Palais supérieur* est entièrement constitué par des bancs épais d'un grès grossier, à ciment calcaire, compact et très dur. Ce sont ces grès qui, en offrant une grande résistance à l'érosion marine, ont contribué à la conservation du calcaire sous-jacent et à la configuration du littoral (vue 6). Ils ont joué le même rôle dans la protection des rochers des Peyrères. Au-dessous des grès, le *Calcaire à Echinides* a été creusé et parfois profondément découpé. Leur développement sur ces rochers, avec prédominance du calcaire sur la silice, montre que les sables grossiers et les marnes graveleuses sont des facies littoraux qui sont remplacés à peu de distance du rivage par des calcaires sableux, puis par des calcaires francs. C'est avec le facies calcaire que le *niveau supérieur de Saint-Palais* se poursuit en effet vers le Sud-Ouest où il constitue le massif rocheux de Cordouan.

Ces faits montrent que le *Saint-Palais supérieur,* avec ses facies

littoraux variés, représente une phase de sédimentation caractérisée par un relèvement de la bordure du bassin, c'est-à-dire par une régression.

Couche 8 de Vasseur. — Les blocs meuliérisés, d'aspect lacustre, qui forment un alignement à la partie supérieure des sables rouges et des marnes graveleuses, ne peuvent être situés, au point de vue stratigraphique, d'une manière précise.

Il est vraisemblable qu'ils ne représentent pas les restes en place d'une couche partiellement détruite. Ils sont déposés, en effet, sur une ligne sinueuse qui suit le niveau supérieur des sables rouges. D'autre part, près de l'escalier qui descend à la plage, les blocs forment deux cordons superposés. Enfin, ils sont roulés et paraissent plutôt usés par une action mécanique que corrodés par des modifications chimiques. Ils présentent tout à fait l'aspect de laisses littorales. Ils seraient dans ce cas superposés aux sables rouges et proviendraient d'un dépôt lacustre détruit par une mer en transgression qui serait venue expirer sur les sables du *Saint-Palais supérieur*. C'est l'interprétation que nous retenons.

La signification des différentes couches tertiaires de Saint-Palais ne pourra être précisée qu'après la description de leur prolongement sur la rive médocaine.

Les affleurements du Calcaire de Saint-Palais a Cordouan et a Saint-Nicolas (fig. 22 et 23, vues 9 et 10).

L'îlot de Cordouan est constitué par un calcaire blanc jaunâtre compact, identique à celui de Saint-Palais. On y trouve également *Ech. dorsalis* et *Ech. Cotteaui*.

L'îlot, dont la surface ne dépasse pas le niveau des hautes mers, se poursuit vers le Sud-Est sous 7 mètres d'eau en moyenne, par une plateforme rocheuse continue. L'érosion marine y a creusé des chenaux, « les passes de Grave »; mais elle a été moins intense sur le littoral, de sorte que le Calcaire de Cordouan apparaît à Saint-Nicolas, aux basses mers des grandes marées, sous la forme de rochers profondément découpés (vue 9, pl. V).

Le Calcaire de Saint-Nicolas *présente la même composition lithologique et la même faune que celui de Cordouan et de Saint-Palais.*

Tous les auteurs admettent que l'îlot de Cordouan, les rochers de Saint-Nicolas et la falaise éocène de Saint-Palais, représentent trois aspects particuliers d'une même formation.

Mais il a été impossible jusqu'ici d'établir d'une manière précise les rapports qui existent entre ce massif calcaire du Nord et celui de Blaye prolongé jusqu'à Couquèques.

Une découverte récente nous a permis d'observer leurs relations stratigraphiques et de mettre fin ainsi à l'isolement du Calcaire de Saint-Palais.

Fig. 22. — L'îlot de Cordouan et les rochers de Saint-Nicolas
Échelle : 1/160.000e.

I, II, III. Coupes de la figure 23.

Les travaux exécutés depuis 1928 pour défendre la côte, entre Soulac et Saint-Nicolas, ont éloigné les courants littoraux des points menacés. En même temps que l'ensablement de la zone protégée, on a constaté une nouvelle érosion de la côte au Nord et au Sud de cette zone. Aux Huttes, les courants ont enlevé une partie des sables qui recouvraient les rochers de Saint-Nicolas et réduit la largeur de la grève. On a vu alors apparaître aux marées d'équinoxe du 23 mars et du 30 septembre 1936, à 200 mètres au Sud des rochers de Saint-Nicolas, un nouvel affleurement d'un aspect très particulier.

Au lieu de la table subhorizontale, découpée en de nombreux

îlots, qui constitue l'affleurement de Saint-Nicolas proprement dit, on trouve au Sud, sur une centaine de mètres de longueur et une largeur de 60 mètres environ, un entassement chaotique de gros blocs provenant de la destruction sur place d'un banc calcaire de composition très différente de celle du *Calcaire de Saint-Palais* (vue 10, pl. V).

La coupe I (fig. 23) permet de comprendre les phénomènes qui ont donné à l'affleurement son aspect particulier. La couche 2, formée par un calcaire blanc, grenu, très tendre, avec quelques niveaux d'argile bleuâtre, n'a offert qu'une faible résistance à l'érosion. La couche 3, de 1 mètre en moyenne d'épaisseur, est constituée par un calcaire grisâtre très dur. Ce banc compact, privé de son support par l'érosion marine, s'est effondré et fragmenté en blocs cubiques que les flots ont poli, sans les entamer profondément et sans les déplacer. En certains points, des portions réduites de l'assise sont restées en place (à droite et au second plan de la vue 10).

L'importance du nouvel affleurement tient à ce qu'il présente les facies caractéristiques et la faune du Calcaire de Couquèques. La couche 2 en particulier renferme en abondance *Echinolampas burdigalensis* avec prédominance de la forme circulaire plate qui est propre au niveau de même facies des carrières du groupe B (fig. 18). On y trouve aussi *Echinodiscus marginalis, Schizaster latus, Schizaster Archiaci* et, commun, *Brissoides Croizieri.* Le calcaire gris jaunâtre du banc supérieur renferme encore de nombreux *Ech. burdigalensis* de grande taille et des Mollusques.

Les couches 2 et 3 s'opposent ensemble par leur facies et par leur faune au *Calcaire de Saint-Palais* qui les supporte. La couche 1, qui termine ce dernier calcaire, est constituée presque exclusivement par des Foraminifères : Milioles, *Orbitolites complanatus* et *Alveolina elongata.* Ces dernières espèces ont une grande taille : de nombreux échantillons de la première atteignent 40 millimètres de diamètre et on en trouve de la deuxième qui ont 30 millimètres de long et 5 millimètres de diamètre.

Les Alvéolines ne se trouvent plus dans les marnes argileuses superposées et les Orbitolites sont peu nombreux et de petite taille.

Le changement du facies et des faunes de Foraminifères et d'Echinides indique un mouvement du sol qui a modifié brusquement les conditions de la sédimentation et de la vie.

Les nouveaux dépôts sont transgressifs et discordants sur les précédents. En effet, au contact des couches 2 et 3 (coupe II, fig. 23), on observe en certains points une sorte de brèche dont les éléments sont constitués par des fragments d'un calcaire gris très dur identique à celui de la couche 3. Il y a donc eu destruction partielle d'une couche déjà consolidée et reprise des éléments

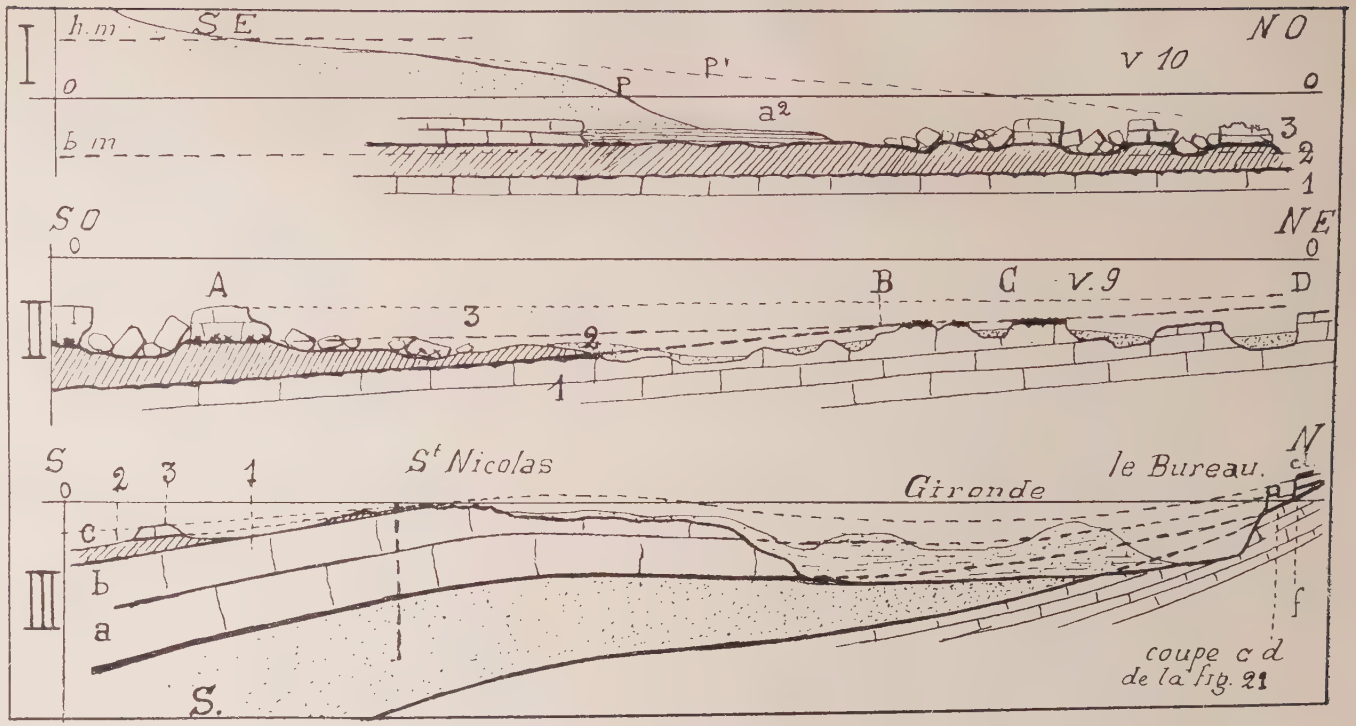


Fig. 23. — Les rochers de Saint-Nicolas (Le Verdon).

Coupes I et II : longueur, 100 mètres et 150 mètres (vues 10 et 9).

1 : Calcaire de Saint-Palais à *Alveolina elongata.* 2 : marne blanche argileuse. — 3 : calcaire jaunâtre très dur. — a² : argile bleue des alluvions modernes.

III. Coupe d'ensemble de Saint-Palais à Saint-Nicolas : longueur, 12 kilomètres.

a : Saint-Palais inférieur (zone IV, niveau inférieur de Blaye). — b : Saint-Palais supérieur (zone V, niveau moyen de Blaye). — c : Calcaire de Couquèques (zone VI, niveau supérieur de Blaye).

arrachés pour former un conglomérat à la base des nouveaux dépôts transgressifs.

La transgression s'avançant pendant une nouvelle phase a emporté complètement la couche 2, peu résistante, de sorte que *la brèche conglomératique se rencontre, au voisinage de la digue, sur le* Calcaire de Saint-Palais (couche 1) *lui-même : en* C, *il y a une lacune et une discordance angulaire.*

La couche 2 est également transgressive sur le *Calcaire de Saint-Palais* préalablement relevé par le mouvement d'émersion accentué qui avait rejeté la mer au Sud de Saint-Nicolas. Ce caractère est mis en évidence dans le forage de la Maison de l'Ingénieur, situé à 800 mètres environ au Sud-Ouest des affleurements du littoral.

Les couches traversées peuvent être interprétées de la manière suivante :

Relevé de LINDER			Affleurem^{t} de St-Nicolas
Calcaire à *Orbitolites complanatus*...		2 m. 50 (c. 3)	*Calcaire de Couquèques.*
Sable argileux noirâtre....	0 m. 30		
Arg. bigarrée sans fossiles.	2 m. 90	3 m. 50 (c. 2)	
Sable argileux et cailloutis.	0 m. 30		
Calcaire jaunâtre ou blanc, dur ou tendre, à Milioles et *O. complanatus*		41 m. (c. 1)	*Calcaire de Saint-Palais.*

L'arrivée d'un dépôt caillouteux sur le *Calcaire à Foraminifères de Saint-Palais* relevé montre le caractère transgressif du *Calcaire de Couquèques.*

Les relations entre le *Calcaire de Couquèques* et le *Calcaire de Saint-Palais* sont encore précisées au voisinage même de Couquèques. Les couches caractéristiques de Saint-Nicolas et de la Maison de l'Ingénieur se retrouvent en effet, dans les forages, de Saint-Yzans à Pauillac.

Le banc supérieur (couche 3) de calcaire compact est continu; il a 3 m. 20 à Saint-Yzans, 4 m. 79 à Saint-Seurin, 3 m. 19 et 4 m. 55 à Pauillac.

Les dépôts détritiques de la couche 2 sont également constants; « argile ligniteuse », « grès marneux », « argile sableuse », « marne blanchâtre » ou « argile verdâtre » ont une épaisseur de 10 m. 80 à Saint-Yzans et de 11 m. 74 à Pauillac.

De Saint-Nicolas à Pauillac, c'est-à-dire de la bordure vers le centre du synclinal, il y a donc continuité, avec accroissement progressif d'épaisseur, des dépôts correspondant à deux étapes d'une transgression et renfermant la même faune.

Enfin, le *Calcaire de Saint-Palais* a été repéré au voisinage même de Couquèques. BENOIST a signalé dans le forage de Saint-Yzans

deux niveaux d'Echinides dont le second renferme la faune de Saint-Palais.

De plus, dans l'estuaire même, en face de Saint-Christoly-de-Médoc, les dragages du Port Autonome ont atteint, en 1935, vers — 6 mètres, le calcaire jaunâtre pétri d'Alvéolines caractéristique de la couche 1 de Saint-Nicolas.

Les relations stratigraphiques et fauniques entre les Calcaires de Blaye *et* de Saint-Palais *se trouvent ainsi nettement définies par l'intermédiaire des* Calcaires à Echinolampas burdigalensis de Couquèques *et* de Saint-Nicolas.

Blaye, Couquèques et Saint-Nicolas sont situés sur un même alignement parallèle à l'anticlinal directeur des Charentes. Le relèvement de cet axe anticlinal, après le dépôt du Calcaire de Saint-Palais, *a mis celui-ci, dans l'extrême Nord du* Bassin girondin, *hors d'atteinte de la transgression du* niveau supérieur *du* Calcaire de Blaye.

Explication des faits

Les relations que nous venons de décrire se trouvent représentées dans la coupe III de la figure 23.

Sur la rive droite, au Nord, on voit la falaise du Bureau reproduire la coupe *c d* (III, fig. 21). Au centre, la destruction du *Calcaire de Saint-Palais*, par le creusement de l'estuaire, trouvera son explication dans l'étude du Quaternaire. La rive gauche, au Sud, montre la superposition du *Calcaire de Couquèques c* au *niveau supérieur b* du *Calcaire de Saint-Palais*.

De Saint-Nicolas au forage 3 (l'Amélie), situé à 9 kilomètres au Sud, la limite supérieure de l'assise *c* s'abaisse de — 1 à — 26 mètres. Son inclinaison, si elle se poursuivait ainsi vers le Nord, atteindrait la rive droite, à Saint-Palais, vers 25 mètres au lieu de 10 mètres (sommet du Saint-Palais supérieur).

Mais de Saint-Nicolas à Saint-Palais la limite supérieure ne s'est pas abaissée par une simple atténuation du pendage. En effet, dans la falaise du Bureau, elle plonge rapidement au Sud de telle sorte qu'elle doit ensuite se relever pour se retrouver à + 2 mètres à Cordouan, d'où elle s'abaisse de nouveau vers le Sud.

Le Calcaire de Saint-Palais, *sur l'alignement Cordouan-Saint-Nicolas, forme donc une zone anticlinale parallèle à l'*anticlinal directeur des Charentes.

Dans le petit bassin synclinal compris entre Saint-Nicolas et

Saint-Palais, des dépôts lacustres ont pu se former. La mer du *Calcaire de Couquèques,* au moment de sa plus grande extension, a dû franchir le seuil de Saint-Nicolas et détruire cette formation lacustre en donnant à ses débris leur aspect actuel de laisses littorales.

Le *Calcaire lacustre de Saint-Palais* (couche 8 de Vasseur) serait donc un équivalent latéral continental de l'assise inférieure (c. 2, II, fig. 23) du *Calcaire de Couquèques.*

La position actuelle du *Calcaire de Saint-Palais* n'exprime que faiblement les phénomènes qui ont produit les différentes assises.

Ces phénomènes peuvent être reconstitués dans leur ordre de succession en joignant aux observations faites dans les affleurements de Saint-Palais et de Saint-Nicolas, les résultats obtenus dans l'étude des forages voisins du Bas-Médoc.

On ne trouve en effet nulle part dans le Bassin girondin des faits aussi nombreux et aussi nettement caractérisés.

La coupe schématique IV (fig. 21), de Saint-Palais à l'Amélie (Soulac), résume cet ensemble de faits.

1° La ligne *I M* représente la surface des *Sables inférieurs* redressés avec la bordure nord du synclinal par le mouvement tectonique qui avait mis fin à l'Eocène inférieur.

La mer du *Calcaire de Blaye,* au début de la transgression, a commencé par raviner et démanteler cette surface. On a vu les traces de cette action dans le forage de l'Amélie (f. 3).

Dans son avance, à partir de *m,* à mesure qu'elle approchait de la bordure du synclinal, elle entamait des assises des *Sables inférieurs* de plus en plus basses, jusqu'à atteindre, en m^1, le substratum crétacé. Les fragments arrachés aux couches détruites, calcaire gréseux à Nummulites et à Alvéolines de S^1, grès de S^2, Hippurites et Huîtres du Crétacé, se trouvaient ainsi mélangés aux premiers dépôts, de m^1 à *n*. Au delà, de *n* à m^2 (Terre Nègre), ils ne se rencontrent plus.

Le Calcaire à Echinides, *1*[b] *ou* Saint-Palais inférieur, *représente donc la phase maximum de la première transgression de l'Eocène moyen, laquelle, dans le* synclinal girondin, *se rencontre dans la seconde partie du* niveau inférieur du Calcaire de Blaye.

2° Au-dessus, la ligne *II* m^2 correspond à un relèvement de

la bordure qui met fin brusquement au *Calcaire à Echinides*. Les nouveaux dépôts sont détritiques et légèrement discordants sur les précédents.

Vers l'intérieur du bassin, la couche 2 *(niveau moyen* du *Calcaire de Blaye)* exprime par son facies littoral un mouvement du sol de même sens. A la fin de la phase de régression correspondante, la mer, s'éloignant du rivage de Saint-Palais, est rejetée au Sud de Saint-Nicolas.

Le relèvement de la bordure du synclinal à ce moment a donc été plus important que le précédent. Il a dû être accompagné d'une émersion de la bordure d'une assez longue durée, car, lorsque la mer revient à Saint-Nicolas, des changements importants se sont produits dans sa faune : les Echinolampas *de Saint-Palais ont quitté le rivage et les Alvéolines ont disparu des eaux où elles pullulaient.*

De plus, les dépôts de cette nouvelle mer sont nettement discordants sur les précédents.

Deux conclusions se dégagent de ces faits : 1° le niveau moyen de Blaye *et le* Saint-Palais supérieur *sont équivalents; 2° la ligne* III m³ *qui représente la limite supérieure du* Calcaire de Saint-Palais *constitue en même temps une limite très nette entre les* niveaux moyen *et* supérieur *du* Calcaire de Blaye.

3° Le niveau supérieur 3, caractérisé par la faune du *Calcaire de Blaye* et *de Couquèques,* comprend deux assises, *a b*. La première 3ᵃ (c. 2, II, fig. 23), constituée par des éléments détritiques, correspond à la première étape de la transgression. La formation de la deuxième 3ᵇ (c. 3, II, fig. 23) est due à un plus grand abaissement du synclinal : les dépôts s'étendent en effet plus loin vers la bordure (Saint-Nicolas) et présentent un facies de mer plus profonde.

Mais la destruction d'une couche déjà consolidée, à Saint-Nicolas, prouve qu'une oscillation tectonique, consistant dans un nouveau relèvement de la bordure, s'était produite entre le dépôt des assises 3ᵃ *et* 3ᵇ. *La ligne de séparation IV des deux assises représente donc, comme les précédentes, une discordance angulaire dont l'importance décroît de Saint-Nicolas vers le centre du bassin.*

La distinction des deux assises *a* et *b* est très nette de Saint-Nicolas à Blaye. C'est dans l'assise supérieure de cette bordure du synclinal que s'est développée la faune à *Echino-*

lampas burdigalensis, particulièrement sur les hauts-fonds constitués par les bombements en voie de formation de Blaye, Couquèques et Saint-Nicolas. Celui de Listrac, plus relevé, devait avoir sa surface au niveau du balancement des marées ainsi que le prouvent les phénomènes d'érosion et de remaniement et les perforations des Mollusques lithophages.

Le Calcaire à Ech. burdigalensis de Saint-Nicolas *permet ainsi de préciser les relations du* Calcaire de Saint-Palais *avec l'ensemble des dépôts de l'Eocène moyen du* synclinal girondin.

Dans la succession des dépôts qui constituent les trois niveaux du Calcaire de Blaye, *le* Calcaire de Saint-Palais *correspond à la seconde partie du* niveau inférieur *et au* niveau moyen.

La position des assises 1[b] *et 2 qui le composent, entre les assises 1*[a] *et 3, fait ressortir sa signification exacte par rapport aux phénomènes généraux du bassin, pendant le dépôt du* Calcaire de Blaye.

LE CALCAIRE A MILIOLES DE PÉDELAIL

Horsarieu (Landes) (fig. 24, 24 *bis*)

La description du *Calcaire de Pédelail* prend place ici en raison de l'importance que lui ont attribuée Vasseur, MM. Lambert et Abrard dans la discussion de la position exacte du *Calcaire de Blaye.*

Aucune étude méthodique n'en a été faite. M. Neuville a fouillé le gisement mais n'a rien publié. Il possède une belle collection de sa faune. Cossmann et MM. Lambert et Castex en ont décrit certaines parties.

Historique

La première description du *Calcaire de Pédelail* est due à Jacquot [221, ch. IV].

Il écrit : « Dans le vallon situé à l'Ouest d'Horsarieu et qui débouche près de l'Eglise de Saint-Martin... on constate la présence d'assises un peu plus élevées que celles de Coudures (marnes à *Xanthopsis*). Ce sont des argiles sableuses, plastiques, de couleur grise, foncée, jaune, verdâtre ou rosée; elles renferment encore quelques *Orbitoides,* mais elles sont généralement dépourvues de fossiles. Elles forment un cordon continu au-dessus des calcaires à *Orbitoides* à l'extrémité méridionale des vallées de Laudon et de Saint-Martin. » (p. 349.)

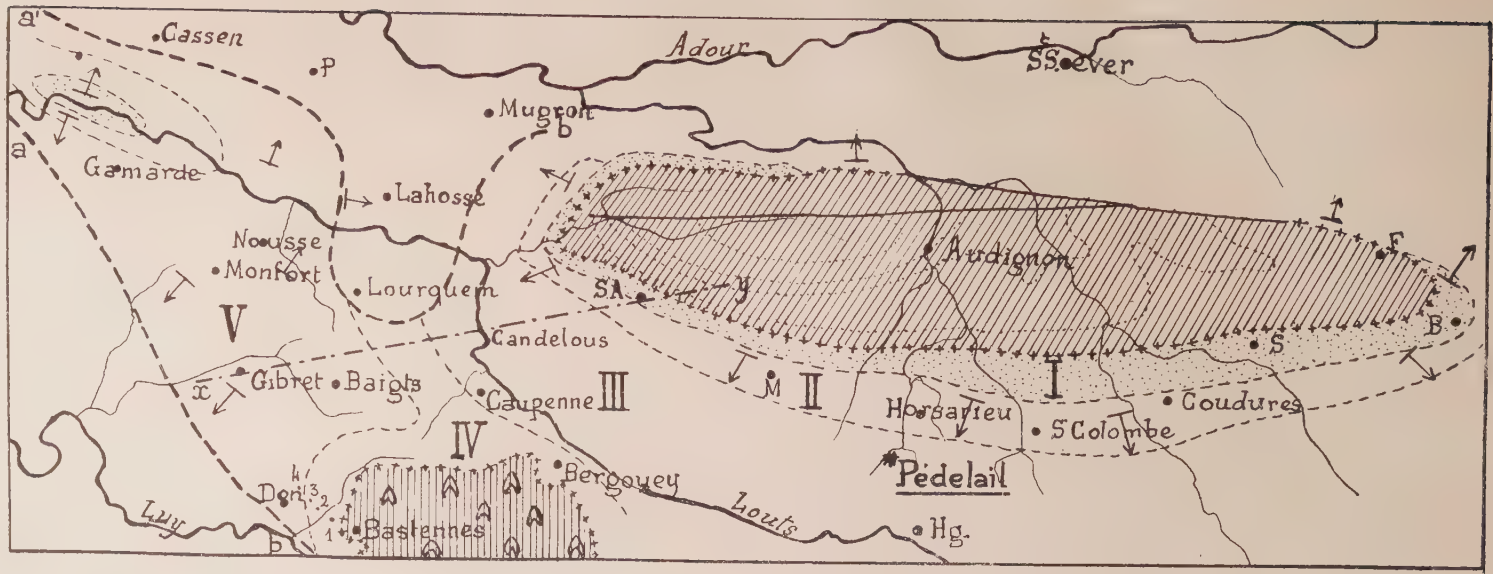


Fig. 24. — Position du Calcaire de Pédelail par rapport aux couches éocènes de la Chalosse.

Partie hachurée : dôme d'Audignon (en pointillé, à l'intérieur, les auréoles des différents étages du Crétacé) et, au Sud, la venue triasique de Gaujacq. — Auréoles des terrains éocènes : I, grès de Coudures; II, marnes à *Xanthopsis Dufouri;* III, Calcaires de Pédelail et du Louts; IV, Calcaires de Bergouey, Caupenne, Bastennes, Donzacq..., à *Num. irregularis, Num. complanatus, Assilina spira...;* V, Calcaires à *Num. aturicus* et *Ass. exponens* de Montfort, Gibret, Baigts. — F, Fargues; B, Buanes; S, Sarraziet; Hg, Hagetmau; M, Maylis; S.A, Saint-Aubin; P, Poyanne; Don, Donzacq; 1, 2, 3, 4, gisements : 1, Bastennes (le Prim); 2, Cantaou-Bas; 3, 4, Cantaou-Haut.
→ : direction des pendages. — x —.—.— . . . . . — y : coupe de la figure 24 *bis*. — - - - : limites approximatives de la transgression stampienne.

Ces « argiles sableuses », réunies aux calcaires à Milioles de la vallée du Louts, sont rattachées aux marnes à *Xanthopsis* qu'elles couronnent. Sur la Carte géologique (feuille Orthez), les deux formations constituent ensemble le Lutétien inférieur.

Vasseur (feuille Orthez, 1901-1912) donne une nouvelle description du *Calcaire de Pédelail :*

« C'est encore au Lutétien supérieur qu'il faut rapporter les affleurements découverts par M. Duboy, dans sa propriété de Pédelail située au SO d'Horsarieu. On observe à cet endroit des marnes bleuâtres, très argileuses ou sableuses, fossilifères (Cérithes, Turritelles, Huîtres), surmontées par un calcaire argilo-sableux, blanc-jaunâtre, tendre et peu épais, contenant en abondance des Mollusques à test bien conservé. Cette formation marine passe à sa partie supérieure à un calcaire blanc et très dur, d'origine lagunaire et présentant des moules à Potamides. »

L'originalité et l'indépendance de la faune d'Echinides de Pédelail et du Bordelais conduisirent M. Lambert à situer cette faune au-dessus de celle de la Gourèpe et de la Chalosse. « L'indépendance de la faune échinitique des assises du Bordelais par rapport à celle des couches franchement lutétiennes de la Chalosse serait une conséquence toute naturelle de l'âge post-lutétien des premières. » (*Révision,* p. 72.) La transposition de cette conclusion dans les Landes situa Pédelail dans le Bartonien. M. Lambert a précisé depuis (1932) qu'il fallait entendre par là le Bartonien inférieur, contemporain des marnes de la Côte des Basques.

M. L. Castex, dans sa *Révision des Echinides du Nummulitique du département des Landes,* en 1930, adopta la même conclusion : « C'est vers la fin du Lutétien (Auversien) que viennent ensuite se placer les calcaires de Massey (Cagnotte) et certainement au-dessus de ceux-ci le *Calcaire de Pédelail* (Horsarieu). » [103, p. 8.]

M. Lambert et Cossmann crurent voir dans la faune de Mollusques de Pédelail des espèces à affinités bartoniennes.

M. Abrard, en 1931, met en doute la valeur des arguments tirés de la faune de Mollusques. « La petite liste de Mollusques publiée par M. Lambert ne signifie rien à cet égard, la répartition de ces organismes variant d'un bassin à l'autre au point d'être quelquefois inverse. » [10, p. 15.] M. Abrard n'admet pas davantage les arguments fournis par les Echinides; il maintient cette formation dans le Lutétien supérieur. Mais il ne s'éloigne pas autant qu'il le semble des auteurs précédents, car la place du *Calcaire de Pédelail* reste toujours au-dessus du *Calcaire à grandes Nummulites :* « La couche de Horsarieu se situe à la partie supérieure du Lutétien bien et dûment daté par les Nummulites de la Chalosse. » [10, p. 16.] En tenant compte des récentes notes de M. Abrard, cet auteur placerait Pédelail au niveau de la falaise de Handia et de la villa Mabella. C'est sensiblement la solution adoptée par Vasseur en 1912.

En définitive, malgré la diversité des opinions le problème capital est de savoir si le Calcaire de Pédelail *doit être situé, selon* Jacquot *et* Raulin, *au-dessous du* Calcaire à grandes Nummulites *de la Chalosse ou s'il faut, au contraire, le placer au-dessus avec* Vasseur, Cossmann, MM. Abrard, Castex *et* Lambert.

Description du gisement de Pédelail

Au point où le vallon de Horsarieu se divise vers le Sud en petits vallons encaissés, à la hauteur de la ferme de Pédelail, on peut suivre, vers la base des pentes, la formation argilo-calcaire signalée par Jacquot. Son facies change très rapidement en des points voisins; aux environs de la ferme de Pédelail, ce sont des argiles blondes, sableuses et calcaires, dont fait partie le gisement décrit par Vasseur et fouillé par M. Neuville. La coupe du vallon donne sur ce point la succession suivante, représentée dans la coupe I de la figure 24 *bis* :

1. Marnes bleuâtres de Vasseur (non visibles actuellement).

2ᵃ. Argile sableuse et calcaire blond renfermant une belle faune de Mollusques et d'Echinides. L'argile englobe des blocs de Polypiers et des lumachelles de *Mytilus* et passe à sa partie supérieure d'une manière progressive à la couche suivante. Epaisseur visible : 1 m. 25.

2ᵇ. Calcaire gris jaunâtre, devenant rapidement compact et blanchâtre, rempli de Milioles et contenant, vers la base, un niveau où abonde *Alveolina elongata* de grande taille. La faune de Mollusques disparaît brusquement dans cette assise. Epaisseur : 1 mètre.

3. Calcaire blanc verdâtre tendre renfermant encore quelques Milioles, *Sismondia intermedia* et des débris de *Pecten*. Une partie masquée empêche de voir le contact avec la couche 2ᵇ. Epaisseur visible : 1 mètre.

4ᵃ. Calcaire blanc, plus compact, d'aspect lacustre mais renfermant encore de rares Milioles. Epaisseur : 1 m. 50.

4ᵇ. Niveau argileux verdâtre avec nodules calcaires. Epaisseur : 0 m. 25.

4ᶜ. Calcaire blanc ou grisâtre, très dur, d'aspect lacustre. Epaisseur : 1 m. 50.

Ce qui frappe dans cette succession, c'est l'opposition entre la couche 2 et les suivantes, ainsi que la disparition totale de la faune dès le début de la couche 2ᵇ. Il semble que les conditions de sédimentation aient brusquement changé.

Le côté opposé du vallon, vers le Nord, présente une succession qui, avec des variations notables, rappelle celle du versant sud. On trouve successivement, de bas en haut :

2ᵃ. Falun argileux et sableux, formé de débris de coquilles indéterminables; on peut y distinguer encore des fragments de Balanes,

d'Huîtres et d'Anomies. La formation a un caractère littoral très net; elle est à un niveau un peu plus élevé que la couche 2 de l'autre versant.

2[b]. Grès calcaire tendre consistant en un falun sableux aggloméré et devenant par place plus calcaire avec des Milioles.

3, 4. Calcaire blanc compact, sans fossiles, correspondant aux assises 3 et 4[a] du versant sud et passant à une argile panachée avec nodules calcaires de plus en plus rares. Cette dernière couche tient la place des assises 4[b] et 4[c] du versant *S*.

Au total, les couches du versant nord ont un caractère littoral plus marqué que celles du versant sud, distant seulement de 200 mètres. En ce point du vallon et dans les gisements voisins de la même formation, on ne trouve, au-dessus des couches d'aspect lacustre, aucune formation éocène certaine. Pour l'attribution du *Calcaire de Pédelail* au Bartonien on a attaché une grande importance à une mince assise d'argile à gravier ayant donné *Melania albigensis* (Vasseur) et une petite faune de Mammifères attribuée au Ludien ou à la base du Sannoisien. *Mais le lieu de la découverte se trouve à 500 mètres du gisement de Pédelail et en un point plus élevé.* De plus, cette assise, selon Vasseur, « repose en discordance sur l'Eocène moyen ». On ne peut donc rien en conclure quant à l'âge du *Calcaire de Pédelail.*

Relations stratigraphiques du Calcaire de Pédelail avec les couches a Nummulites de la Chalosse (fig. 24)

Les terrains éocènes de la Chalosse dessinent des auréoles concentriques au Sud du bombement crétacé d'Audignon, qui a joué à leur égard, pendant et après leur dépôt, un rôle directeur prépondérant.

L'*anticlinal d'Audignon* forme une ellipse allongée dont le grand axe plonge vers l'Ouest. Dans la direction Nord-Sud le style pyrénéen se caractérise nettement par des pendages atténués vers le Sud et accentués vers le Nord.

En outre l'érosion, qui a emporté le sommet du dôme, est d'autant plus poussée qu'on se dirige vers l'Ouest.

Il résulte de la réunion de ces différentes particularités que les couches supérieures du Sénonien et du Danien, qui sont largement étalées à l'Est, dans la région de Fargues, à une altitude voisine de 100 mètres, se présentent, à l'Ouest de Saint-Aubin, en bandes étroites à une altitude qui ne dépasse pas 50 mètres.

Les auréoles successives des terrains éocènes possèdent les mêmes caractères.

Auréole I. — La première bande de terrains tertiaires est constituée par une formation siliceuse dite *Grès de Coudures* à laquelle

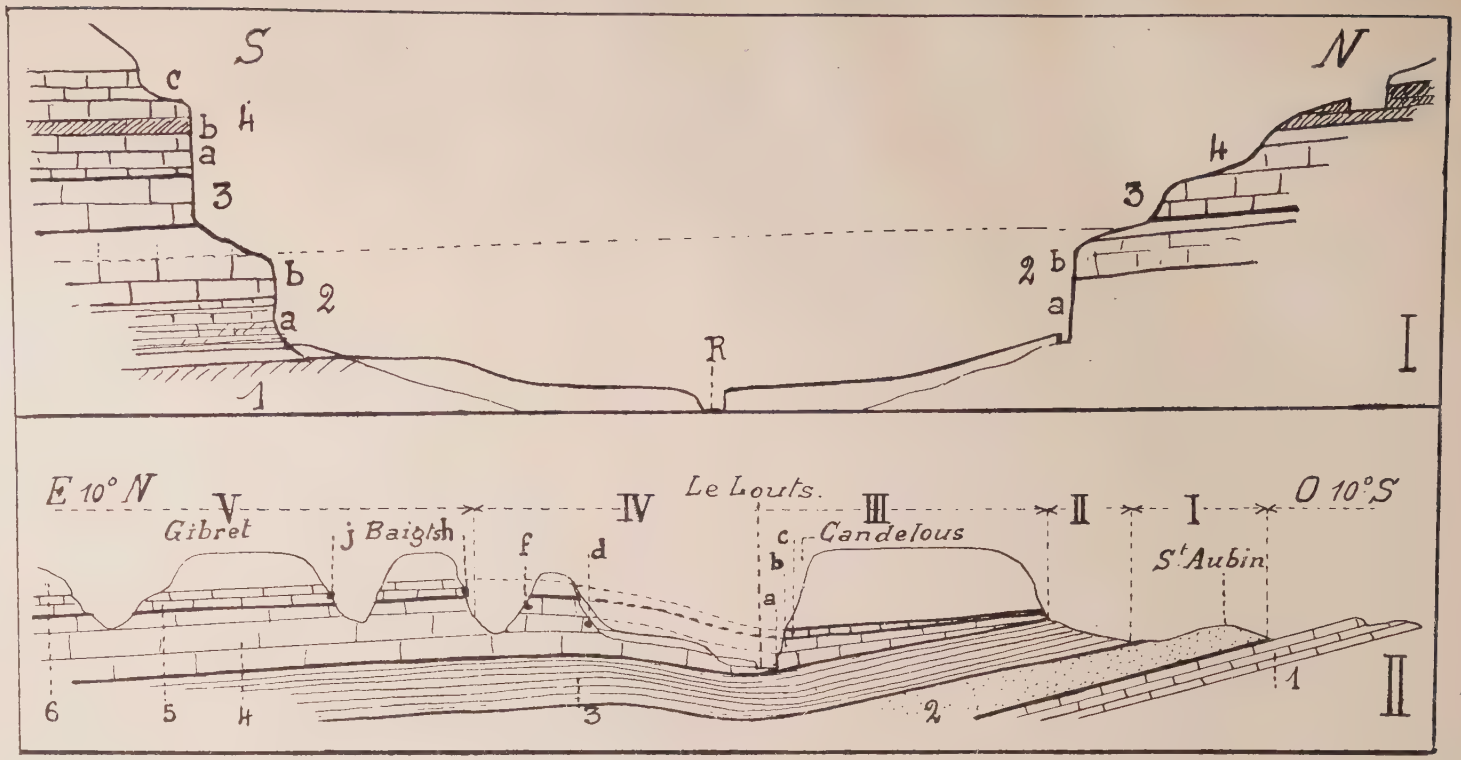


Fig. 24 *bis*. — Le Calcaire de Pédelail et de la vallée du Louts.

I. Coupe du vallon de Pédelail. (Explications dans le texte.)

II. Coupe *x y* (fig. 24) des couches éocènes de la vallée du Louts de la Chalosse.

I, II, III, IV, V : auréoles de la figure 24. — 1 : Crétacé. — 2 : Grès de Coudures. — 3 : Marnes à *Xanthopsis*. — 4 : Calcaire de Caupenne. — 5 : Calcaire à *Num. aturicus*. — d, f, h, j : gisements cités. — 6 : sables fauves. — a : Calcaire marin de Candelous. — b : Calcaire à Milioles et *Alveolina elongata*. — c : calcaire lacustre.

se rattache un Calcaire à *Alveolina oblonga* et à *N. planulatus*. L'ensemble de ces couches, attribué à l'Eocène inférieur, se superpose au Danien dans la région de Buanes à une altitude de 100 mètres et descend dans la même position, à l'Ouest de Saint-Aubin, à la Peyradère, aux environs de 50 mètres.

Auréole II. — On trouve au-dessus, ou du moins après le *Grès de Coudures*, car le contact de ces deux formations n'a jamais été observé, des couches remarquables par la constance de leur caractère lithologique et de leur faune : ce sont les *Marnes à Xanthopsis Dufouri*.

Elles sont encore à 90 mètres sous Horsarieu et descendent au-dessous de 50 mètres dans l'aval pendage des grès de la Peyradère. Pour tous les auteurs les *Marnes à Xanthopsis* représentent le Lutétien inférieur.

Auréole III. — L'auréole III est constituée par le *Calcaire à Milioles et à* Alveolina elongata *de Pédelail* et par les couches saumâtres et lacustres qui le surmontent. Dans la vallée du Louts, qui suit la direction des couches, on voit celles-ci descendre de Hagetmau à Biellan avec la même différence d'altitude que les *Marnes à Xanthopsis*, soit de 85 mètres à 45 mètres. Les calcaires saumâtres et lacustres, qui sont à Pédelail et à Doazit aux environs de 90 mètres, ne sont plus à Candelous qu'à 45 mètres.

Les couches des auréoles I, II et III sont donc, sur tous les points, parfaitement concordantes.

Auréole IV. — Au Sud du Louts l'ordre des couches a été troublé par la venue triasique et ophitique de Bastennes-Gaujacq. Cependant on peut très bien, d'après la faune, distinguer deux nouvelles auréoles.

L'auréole IV est formée par des calcaires à *Num. irregularis* (Bastennes, Donzacq, Bergouey, Caupenne) et à *Alveolina elongata* (Bastennes-Donzacq).

Dans la région de Bastennes-Donzacq on peut observer avec précision la composition de cette auréole (fig. 24).

Le calcaire de Bastennes (le Prim, 1) renferme *N. complanatus, N. irregularis, N. Murchisoni, Ass. planospira, Ass. spira* et *Alveolina elongata*.

Sur l'autre rive du ruisseau d'Arrimblar, à Cantaou-Bas, le calcaire à Milioles 2, renfermant *Velates Schmiedeli*, est surmonté par le calcaire 3 à *Alveolina elongata, N. complanatus, Ass. spira* et *N. Lorioli* (race locale de *N. uroniensis*, d'après H. Douvillé) et *N. Lucasi*.

Mais le *Calcaire à Milioles de Pédelail* de l'auréole III renferme également *Velates Schiedeli* et la même faune de Foraminifères que

ces différents gisements de l'auréole IV, soit : *Alv. elongata, N. irregularis, N. Lucasi, N. atacicus, Ass. prœspira* (Dét. de H. Douvillé).

Le Calcaire à Milioles de Pédelail *et de la rive droite du Louts est donc du même âge que le calcaire de l'auréole IV : il représente le facies latéral de bordure des calcaires à* Alv. elongata, N. complanatus, N. irregularis *et* Ass. spira *de la rive gauche.*

Auréole V. — Au-dessus, à l'Ouest, le Calcaire à *N. aturicus* et *Ass. exponens,* de Baigts, Gibret, Monfort, termine les couches du Lutétien supérieur dans la Chalosse. Ce calcaire a pour équivalent, à l'Est, dans l'auréole III, les couches saumâtres et lacustres que l'on peut suivre de Caupenne à Pédelail et qui passent au delà de Hagetmau à des argiles compactes.

La coupe II de la figure 24 *bis* représente les relations entre les terrains qui composent ces différentes auréoles. Elle fait ressortir en particulier l'apparition au Nord-Ouest (zone de Pédelail) des calcaires *a, b, c* de la vallée du Louts.

Conclusion

Le Calcaire à Milioles de Pédelail *fait partie d'une formation continue qui se place entre les* Marnes à Xanthopsis *du Lutétien inférieur et le* Calcaire à N. aturicus *du Lutétien supérieur.*

Dans la série des couches éocènes de la Chalosse, il occupe par conséquent la place du Lutétien moyen (1).

---

(1) La région du Louts ne constitue pas un bassin résiduel dans lequel la mer de l'Eocène supérieur aurait persisté : le mouvement général de relèvement qui prélude à son émersion au Lutétien moyen se termine au Lutétien supérieur par une accentuation de l'activité tectonique qui lui donne une forme synclinale.

L'injection triasique de Bastennes-Gaujacq est immédiatement postérieure au dépôt des couches à *N. aturicus* et *Ass. exponens.* Les Marnes à *N. striatus* ne se rencontrent pas dans la Chalosse.

La présence de l'Oligocène au débouché du synclinal du Louts, dans le golfe de Lahosse-Lourquem, a fait croire à l'existence de ce bassin résiduel. En réalité, la mer à *Natica crassatina* occupe là une zone d'ennoyage de l'*axe anticlinal d'Audignon.* Elle représente une transgression correspondant à un mouvement positif, lequel, en abaissant les couches éocènes qui avaient émergé successivement, amena la mer oligocène à *N. intermedius* au contact des différents termes de l'Eocène.

Il y a là un phénomène d'ordre général qui peut se vérifier dans les régions des anticlinaux IV, V et VI (fig. 1) et que nous étudierons avec l'Oligocène.

Cette conclusion s'éloigne des opinions de VASSEUR, COSSMANN, MM. LAMBERT et CASTEX et rejoint l'ancienne interprétation de JACQUOT.

La faune de Foraminifères du *Calcaire à Milioles,* composée d'*Orbitolites complanatus, Alveolina elongata, N. atacicus, N. irregularis, N. Lucasi* et *Assilina præspira,* constitue une association qui se rencontre exclusivement dans le Lutétien moyen du Sud-Ouest du Bassin d'Aquitaine.

Sa faune de Mollusques est essentiellement lutétienne. Sur cent deux espèces déterminées, soixante-six se retrouvent dans la Gironde et soixante-seize dans le Lutétien du Bassin de Paris.

Pour les Echinides, sur douze espèces rencontrées dans le gisement, onze se retrouvent à Blaye.

Enfin, par rapport à la faune du *Bassin girondin,* l'association *Alveolina elongata, Ostrea flabellula* et *Echinolampas Archiaci* rapproche le *Calcaire de Pédelail* des *Calcaires de Saint-Palais* et *de Listrac,* c'est-à-dire du *niveau moyen* du *Calcaire de Blaye.*

La succession des couches de Pédelail, calcaire marin à faune franchement littorale et couches lagunaires et lacustres, indique la fin d'un cycle de sédimentation correspondant à une phase de régression.

Ce caractère, encore commun avec le niveau moyen *du* Calcaire de Blaye, *prouverait que le mouvement tectonique qui a redressé les bordures des synclinaux et accentué le relèvement des anticlinaux, pendant le Lutétien moyen, est un phénomène général de la partie occidentale du* Bassin d'Aquitaine.

C'est dans ce synchronisme des mouvements du sol que se trouverait l'explication du parallélisme des dépôts et des facies et de l'identité des faunes des Calcaires à Milioles de Pédelail *et* de Blaye (niveau moyen).

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

RÉSUMÉ

Les principaux faits relevés dans la description des affleurements de l'Eocène moyen de Blaye, Couquèques, Listrac,

Saint-Nicolas et Saint-Palais se trouvent résumés et représentés dans la figure 25.

La composition de chaque affleurement a été établie respectivement d'après les coupes des figures 14-I (Blaye), 20-II (Couquèques), 23-III (Saint-Nicolas), 16 (Listrac) et 21-IV (Saint-Palais). La désignation de chaque niveau (lettres et chiffres) se rapporte à ces figures.

Calcaire de Blaye

Blaye

Les couches visibles dans les différents affleurements et les carrières appartiennent au *niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye.*

La partie orientale des affleurements est constituée par des facies littoraux; on y trouve des associations fauniques étroitement localisées. En particulier, on peut observer (fig. 13) le passage des couches argilo-calcaires à *Ech. burdigalensis* aux couches calcaréo-sableuses à *Ech. stelliferus.*

Les couches à Mollusques et à Echinides appartiennent toutes à l'assise terminale du Calcaire de Blaye.

*Il s'ensuit que les divisions établies d'après la répartition des espèces d'*Echinolampas (Matheron, Vasseur, Benoist, MM. Abrard et Lambert) *ne peuvent être maintenues.*

Enfin, les observations faites à la Citadelle, à la Cave, à Plassac et dans les régions d'Anglade montrent que *le* Calcaire de Blaye *forme un bombement caractérisé par des pendages périphériques très atténués.* Cette disposition est mise en évidence dans la coupe II de la figure 14.

Couquèques

Les affleurements de Couquèques, Saint-Yzans, Saint-Christoly, Bégadan et Valeyrac sont constitués par les dernières assises du *niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye.* Pour atteindre, dans les carrières, le calcaire grenu à *Alveolina elongata* du *niveau moyen,* il aurait fallu traverser encore 6 mètres environ de bancs calcaires de l'assise 1.

La faune du *Calcaire de Couquèques* est exactement celle de l'assise 2 du *Calcaire de Blaye (s. str.).* L'élément argileux y jouant un rôle important, c'est une faune à *Ech. burdigalensis.* Les facies littoraux de Blaye n'y sont pas représentés.

Les couches du Calcaire de Couquèques *forment, comme à Blaye, un bombement à plongements périphériques dont le centre se trouve au Moulin de Brion près de Couquèques.* Elles présentent en même temps des ridements transversaux plus atténués auxquels correspondent les affleurements de Saint-Yzans, Couquèques, Saint-Christoly, Bégadan et Valeyrac.

Saint-Nicolas

Cet affleurement prolonge vers le Nord-Ouest celui de Couquèques. On y retrouve l'assise 2 de ce dernier gisement avec toute sa faune à *Ech. burdigalensis*. On observe à Saint-Nicolas la superposition du *Calcaire de Couquèques* au *Calcaire* grenu *de Saint-Palais* à *Alveolina elongata* et à *Ech. Archiaci.*

Cette relation précise la place du *Calcaire de Saint-Palais* dans l'Eocène moyen.

Enfin, la position des différentes assises (fig. 23) met en évidence l'existence d'un nouveau bombement et le caractère transgressif du *niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye* sur le *Calcaire de Saint-Palais.*

Listrac

Les assises qui affleurent à Peyrelevade, près de Listrac, renferment la faune du Calcaire à *Alveolina elongata* de Saint-Palais. Leur position et leurs relations stratigraphiques, représentées dans les coupes des figures 15 *bis* et 16, mettent en évidence l'existence d'un *nouveau bombement plus accentué que ceux de Blaye, de Couquèques et de Saint-Nicolas. C'est à la surrection de cet accident, à la fin du* niveau moyen, *qu'est due l'absence de sédimentation pendant le* niveau supérieur.

Saint-Palais

L'affleurement de Saint-Palais, par sa composition et sa faune, et d'après ses relations avec celui de Saint-Nicolas, doit être placé dans le *niveau moyen* et *inférieur* du *Calcaire de Blaye.*

Cette attribution se trouve expliquée par le schéma IV de la figure 21 et par la coupe III de la figure 23.

Couches fluvio-marines de Plassac

Les *couches marines et lacustres de Plassac* ne sont représentées au complet qu'à Blaye et à Listrac. Elles manquent à

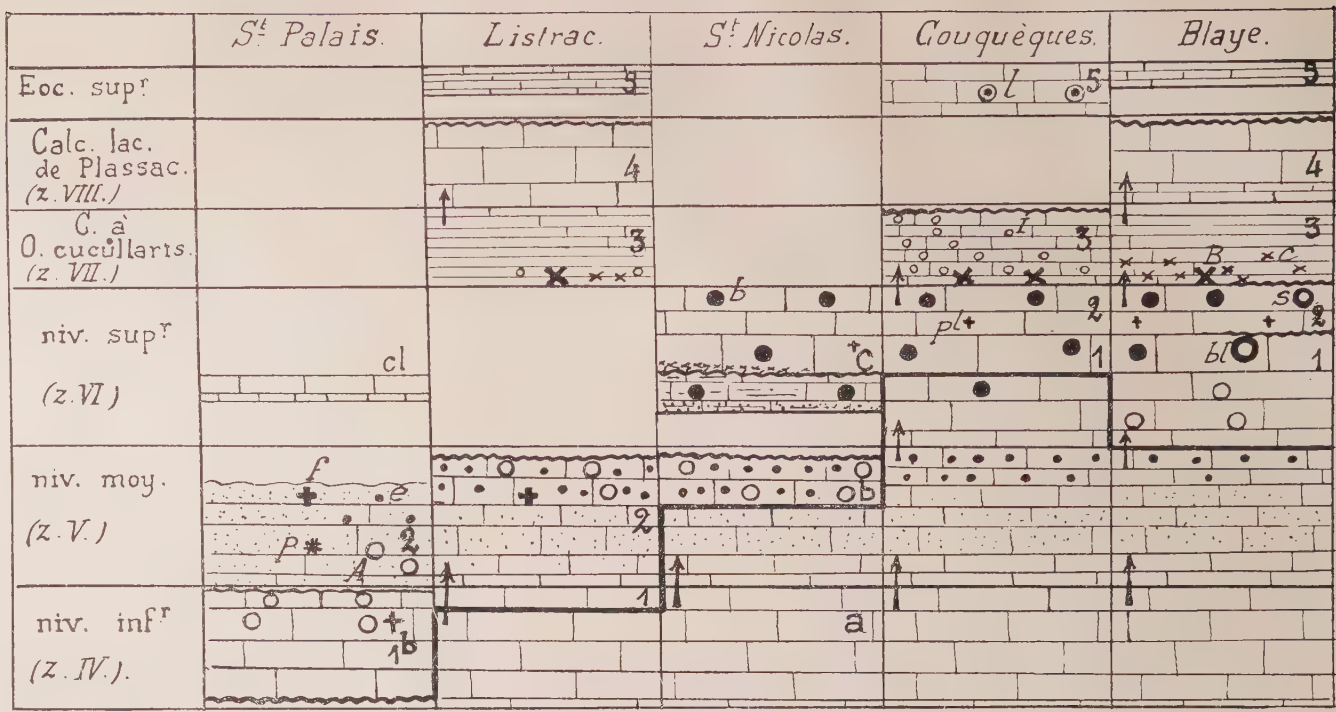


Fig. 25. — Les affleurements du Calcaire de Blaye

(au-dessus du trait fort; les épaisseurs au-dessous sont respectivement de : Blaye 40 mètres, Couquèques 70 mètres, Saint-Nicolas 45 mètres, Listrac 30 mètres, Saint-Palais 0).

Répartition des faunes : niveaux inférieur et moyen : *e, Alv. elongata; f, O. flabellula; p, Lenita patellaris; A, Ech. Archiaci;* niveau supérieur : *pl, O. plicata; b, Ech. burdigalensis; bl, Ech. blaviensis; s, Ech. stelliferus;* couches à *O. cucullaris : B, O. Billaudeli; c, O. cucullaris; i, Sismondia intermedia;* Calcaire de Saint-Yzans : *l, Ech. lesparrensis.* — cl : calcaire lacustre de Saint-Palais.

Saint-Nicolas et à Saint-Palais; à Couquèques on trouve seulement les assises marines inférieures.

Couches a O. cucullaris

L'assise terminale du *Calcaire de Blaye,* qui renferme une riche faune de Mollusques et d'Echinides, est surmontée par des couches marines qui représentent des dépôts littoraux.

Leur composition lithologique est très variable. La faune est composée principalement par des Huîtres; l'une, de petite taille, *O. cucullaris,* est limitée aux facies argileux; une autre, de grande taille, *O. Billaudeli,* se trouve dans tous les gisements. Elle est accompagnée à Couquèques et à Listrac par une nouvelle espèce d'Echinides, *Sismondia intermedia.*

Dans la région de Blaye les couches marines de Plassac ont à leur base une surface de ravinement peu importante.

A Listrac le ravinement est très marqué; il s'explique par l'existence d'une lacune de sédimentation dont nous venons d'expliquer l'importance et l'origine.

A Couquèques, par contre, on observe le passage graduel du Calcaire de Blaye *aux couches littorales à* O. Billaudeli *et à* Sismondia intermedia. *Ce fait prouve que les* couches marines de Plassac *ne sont séparées du* Calcaire de Blaye *que par une oscillation tectonique de faible amplitude.*

Calcaire lacustre

Les dépôts lacustres ne se trouvent que dans la partie centrale du *synclinal girondin.* Ils manquent sur le *bombement de Couquèques* et sur le flanc sud-ouest de l'*anticlinal A.*

Cette lacune de sédimentation est une conséquence du relèvement de l'anticlinal directeur A.

CONCLUSIONS : EXPLICATION DES FAITS

Niveau inférieur

Dès le début de l'Eocène moyen une transgression générale, consécutive à un abaissement d'ensemble du synclinal girondin, *s'étendit sur le flanc sud de l'anticlinal des Charentes (A, fig. 1) jusqu'au niveau de Saint-Palais. Au maximum d'extension de la mer correspond le dépôt du* Calcaire à Echinides de Saint-Palais (Saint-Palais inférieur).

Niveau moyen

Un mouvement général d'émersion se produisit amenant la formation des dépôts détritiques variés qui caractérisent le niveau moyen *dans tous les forages dont nous avons donné le relevé.*

Sur la bordure du bassin se formaient les dépôts littoraux grossiers qui constituent le Saint-Palais supérieur.

Pendant cette période *Alveolina elongata* et *Orbitolites complanatus* prenaient un grand développement et arrivaient à pulluler. Les zones sublittorales étaient également habitées par une faune d'Echinides caractérisée par *Ech. Archiaci, Ech. Cotteaui, Ech. dorsalis* et *Sismondia Archiaci.*

*Le mouvement d'émersion fut accompagné de déformations consistant dans le relèvement de l'*anticlinal directeur A *et des zones anticlinales. A l'extrémité de l'*anticlinal Listrac-Blaye *le dôme de Peyrelevade arriva à émerger.*

Niveau supérieur : couches 1 et 2 de Blaye et de Couquèques

Le *niveau supérieur* commence par une nouvelle transgression. A une certaine distance du rivage, des bancs de calcaire compact recouvrirent les dépôts détritiques du niveau précédent. La sédimentation s'effectuait dans une mer assez profonde dont les eaux claires renfermaient en abondance des Foraminifères, Milioles et *Orbitolites complanatus.*

Sur les bordures littorales, les nouveaux dépôts étaient transgressifs et discordants sur les précédents. On voit même à Saint-Nicolas que la transgression s'est faite en deux temps séparés par une régression temporaire. *Ce fait montre que la surrection de l'anticlinal* A *se poursuivait lentement et par saccades.*

Le *dôme de Peyrelevade* ne fut pas recouvert par la nouvelle transgression. *Le mouvement de régression et les déformations du bassin qui séparent le* niveau moyen *du* niveau supérieur *durent avoir une grande importance et un caractère général car la mer du* niveau supérieur *renferme une faune présentant des différences importantes avec celle du niveau précédent : Alveolina elongata* a presque entièrement disparu du *Bassin girondin* et *Ech. burdigalensis* remplace *Ech. Archiaci* comme espèce dominante.

Ce changement de faune est particulièrement net à Saint-Nicolas.

La fin de la formation du niveau supérieur *est caractérisée par un mouvement général de relèvement du bassin.* Les caractères de la sédimentation se trouvent modifiés.

Dans le *synclinal de Pauillac,* à une grande distance des rivages, une mer peu profonde s'étalait sur de grandes étendues et offrait à la faune des conditions de vie optima. Polypiers, Mollusques et Echinides pullulaient; des associations se constituaient, variant rapidement en des points voisins selon les courants, la profondeur des eaux et la nature des dépôts. Blaye et Couquèques, qui devaient à ce moment constituer des hauts-fonds, réunissaient des conditions particulièrement favorables au développement des espèces.

Vers la fin de cette période la sédimentation s'effectuait en certains points dans la zone de balancement des marées ainsi que l'indiquent des lignes de ravinement et le transport d'espèces déjà fossilisées. Le développement des Cérithes (Blaye et Couquèques) donne à la faune un caractère littoral accentué. Leurs espèces, qui sont celles du niveau à *Lithocardium aviculare* du Bassin de Paris, indiquent un épisode encore franchement marin. On ne rencontre point encore, comme dans le Bassin parisien, des facies saumâtres, lagunaires et lacustres.

Les bordures littorales, conservées seulement dans la région de Blaye, recevaient des sables et des graviers quartzeux. Les influences littorales se faisaient sentir jusqu'à Blaye. Sur cette bordure, par une adaptation progressive, une espèce dérivée d'*Ech. Archiaci, Ech. stelliferus,* arriva à vivre et à pulluler (Citadelle de Blaye).

Calcaire à O. cucullaris

Le dépôt de la couche 2 à Mollusques et à Echinides fut interrompu par un nouveau mouvement négatif de faible amplitude, suivi d'une reprise de l'abaissement du synclinal.

La sédimentation s'effectuait dans la zone de balancement des marées de telle sorte que les couches précédentes se trouvent ravinées en de nombreux points.

Le *synclinal girondin* formait un vaste bassin dont le fond se maintenait à peu près uniformément plat; le comblement par les apports détritiques était du même ordre d'importance que l'affaissement.

Sur ces grandes étendues de rivage vivaient de nombreux bancs d'Huîtres. Deux espèces dominaient; l'une, de petite taille, rapportée à *O. cucullaris,* restait cantonnée dans le facies argileux de Blaye et de Listrac; l'autre, de grande taille, *O. Billaudeli,* vivait dans tout le bassin.

A Blaye les nouveaux dépôts, sableux, marneux et argileux, tranchent nettement par leur composition et leur faune sur les précédents.

A Listrac, le *dôme de Peyrelevade,* entraîné dans le mouvement d'abaissement du bassin, fut recouvert, de sorte que les couches à *O. cucullaris* vinrent raviner le Calcaire à *Alveolina elongata* et *Ech. Archiaci* du *niveau moyen.*

Dans la région de Couquèques la sédimentation calcaire se maintenait. Sur cette bordure pullulait *Sismondia intermedia,* espèce littorale, ainsi qu'en témoignent les Mollusques qui l'accompagnent : *O. Billaudeli* et *Anomia tenuistriata.*

La fréquence de nodules de gypse dans différents gisements (Blaye et Saint-Estèphe) montre que la mer à *O. cucullaris* était une mer résiduelle caractérisant la fin d'un cycle de sédimentation et préludant à l'émersion générale du bassin.

Calcaire lacustre de Plassac

Une dernière oscillation tectonique mit fin dans la partie orientale et centrale du Bassin girondin *à la sédimentation marine. Le mouvement négatif releva la bordure orientale du bassin sans modifier l'ordre des couches; les déformations locales purent ainsi se poursuivre selon les unités tectoniques des périodes précédentes* (fig. 8).

Dans le Blayais, entre les deux bassins de Libourne et d'Etauliers, s'étendait un vaste lac dont les eaux ne recevaient point, comme dans les synclinaux, des apports détritiques venant des grands fleuves du continent.

C'est là que s'instaura une sédimentation calcaire. La mer était rejetée à l'Ouest. Elle ne devait pas être très éloignée car on voit, à Listrac, des influences marines se manifester dans des couches de facies lacustre.

Elle s'avançait également dans la partie nord du *synclinal de Pauillac,* vers Saint-Estèphe, où le régime lacustre franc n'a eu qu'une courte durée. Plus au Nord, le *bombement de Couquèques* restait émergé. Il existe par suite dans cette région une lacune de sédimentation entre la couche 3 à *Sismondia inter-*

media et la couche 5 qui représente la base du *Calcaire de Saint-Estèphe (Calcaire de Saint-Yzans).*

Dans tout le *Bassin girondin* cette nouvelle formation, renfermant une faune marine nouvelle, est transgressive et discordante sur la précédente. Elle inaugure, ainsi que nous le verrons, un nouveau cycle de sédimentation.

Résultats

Pendant l'Eocène moyen la distribution des facies et des faunes est le résultat des mouvements d'abaissement (transgression) et d'élévation (régression) et des déformations du Bassin girondin.

On trouve cinq mouvements de régression principaux, qui marquent la séparation entre les différents niveaux (zones IV, V, VI, VII, VIII). Chacun possède une importance et des caractères différents.

On peut considérer comme des mouvements de régression de premier ordre ceux qui, dans tout le bassin, séparent deux cycles de sédimentation. Ce sont ceux qui encadrent l'Eocène moyen et qui séparent les zones III et IV et les zones VIII et IX.

Les mouvements de second ordre entraînent des modifications dans la faune; ils sont accompagnés de déformations du sol et provoquent sur les bordures littorales une discordance angulaire ou une lacune de sédimentation.

C'est le cas des mouvements de régression qui séparent les zones V et VI et les zones VI et VII.

On peut enfin appeler mouvements de troisième ordre ceux qui entraînent un simple changement de facies. En général ils consistent dans une accentuation de mouvements antérieurs. Ils ne sont accompagnés ni d'une interruption de la sédimentation ni d'une discordance notable des dépôts des deux niveaux qu'ils séparent.

On peut placer dans cette catégorie le mouvement d'émersion qui sépare les zones IV et V et les zones VII et VIII.

En dehors de ces mouvements généraux on trouve des oscillations de plus faible amplitude qui se manifestent sur les bordures et dans les zones anticlinales par des surfaces de ravinement.

Deux de ces oscillations ont été repérées, à Saint-Nicolas entre deux assises et à Blaye entre les couches 1 et 2. *Il est*

probable que ces oscillations ont été fréquentes et qu'il faut leur attribuer les nombreux changements de facies qu'on observe dans les affleurements et dans les forages.

D'une manière générale l'Eocène moyen est caractérisé par un relèvement des bordures et par un recul de la ligne de rivage vers le Sud-Ouest.

Pendant chaque transgression qui a suivi une régression de premier ou de second ordre, la nouvelle ligne de rivage est restée en retrait de la précédente.

Si on excepte l'affleurement de Listrac, qui constitue un cas particulier, la figure 25 représente ce caractère général.

Les divisions que nous avons distinguées dans l'Eocène moyen correspondent par conséquent à des phénomènes généraux consistant en des mouvements du sol.

Les couches marines et lacustres de Plassac *sont comprises dans l'ensemble de ces mouvements. Elles ne peuvent pas être séparées du Calcaire de Blaye et doivent être considérées comme la fin du cycle de sédimentation de l'Eocène moyen* (1).

---

(1) Cette solution est celle qui a été adoptée pour les couches correspondantes de la Basse-Loire. La puissance relative, les facies et les relations stratigraphiques sont identiques à celles de Plassac.

A Bois-Gouët, les bancs saumâtres, qui commencent au-dessus de la couche 3 à *Cerithium tricarinatum* et qui vont de la couche 4 à la couche 14 [311, fig. 17, p. 195], ont 7 mètres d'épaisseur.

A Cambon, au Petit Pancaud [fig. 18, p. 201], les couches saumâtres et lacustres atteignent encore la même puissance.

Les facies présentent une analogie frappante avec ceux des couches de Plassac. Les éléments dominants sont également des argiles verdâtres, des marnes argileuses blanchâtres, verdâtres et jaunâtres et des calcaires blancs.

Vasseur indique d'une manière très précise la signification qu'il donne aux couches saumâtres et lacustres de Bois-Gouët et de Cambon.

La faune des sables de Bois-Gouët représente, dit-il, « d'une manière bien certaine le calcaire grossier supérieur de Paris et particulièrement la base de ce sous-étage » [p. 178]. Quant aux calcaires saumâtres et lacustres de Cambon : « il résulte, qu'au double point de vue stratigraphique et paléontologique, ces calcaires se lient intimement aux assises plus anciennes... Leur faune offre en même temps une curieuse analogie avec celle que l'on rencontre dans certaines couches du calcaire grossier supérieur du Bassin de Paris » [p. 202].

L'ensemble de ces observations montre bien que la sédimentation s'est effectuée dans la Basse-Loire exactement de la même manière que dans le *synclinal girondin*. L'explication du parallélisme des facies des assises supérieures de l'Eocène moyen, se trouve dans le synchronisme des mouvements du sol qui entraînaient les bassins de l'Ouest et du Sud-Ouest de la France.

TECTONIQUE DU CALCAIRE DE BLAYE : CARTE STRUCTURALE DE SA LIMITE SUPÉRIEURE (fig. 26) ; coupes 1, 2, 3 (fig. 27).

La surface du *niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye* ayant été atteinte et bien repérée dans des sondages nombreux et rapprochés sur les deux rives de la Gironde, il est possible de représenter son allure générale à l'aide de courbes de niveau.

La carte structurale ainsi obtenue (fig. 26) donne une idée précise des déformations subies par le *Bassin girondin* après le dépôt du *Calcaire de Blaye.*

Ces déformations représentent les unités tectoniques dont nous avons vu la formation depuis le début de l'Eocène : *synclinal de Pauillac I, synclinal de Bordeaux III, anticlinal Listrac-Blaye II* (fig. 4).

Synclinal de Pauillac

Dans le *synclinal de Pauillac,* les courbes de niveau, sensiblement parallèles à l'*axe anticlinal crétacé des Charentes,* montrent que les couches, en dehors de leur prolongement général au Sud-Ouest, n'ont pas subi de déformations importantes après leur dépôt.

Les pendages observés et la position des affleurements établissent d'une manière précise les relations qui existent entre les couches tertiaires de la bordure nord-est du *synclinal girondin* et le Crétacé qui constitue le flanc sud-ouest de l'*anticlinal A.*

Ces relations sont mises en évidence par les coupes 1, 2 et 3 de la figure 27.

Coupe 1 : l'Amélie (Soulac)-Saint-Georges-de-Didonne

Sur la rive droite, les couches du Crétacé, démantelées par l'érosion, affleurent successivement par leur tranche jusqu'au Cénomanien qui forme l'axe même de l'*anticlinal crétacé A.*

En tenant compte de l'épaisseur des dépôts dans les affleurements et du pendage du Maëstrichtien entre les deux rives, le Cénomanien devrait se trouver sous le Verdon aux environs de — 500 mètres.

Effectivement, le forage récent du Verdon (f. 1), après avoir traversé des calcaires compacts depuis — 72 m. 40, pénètre à

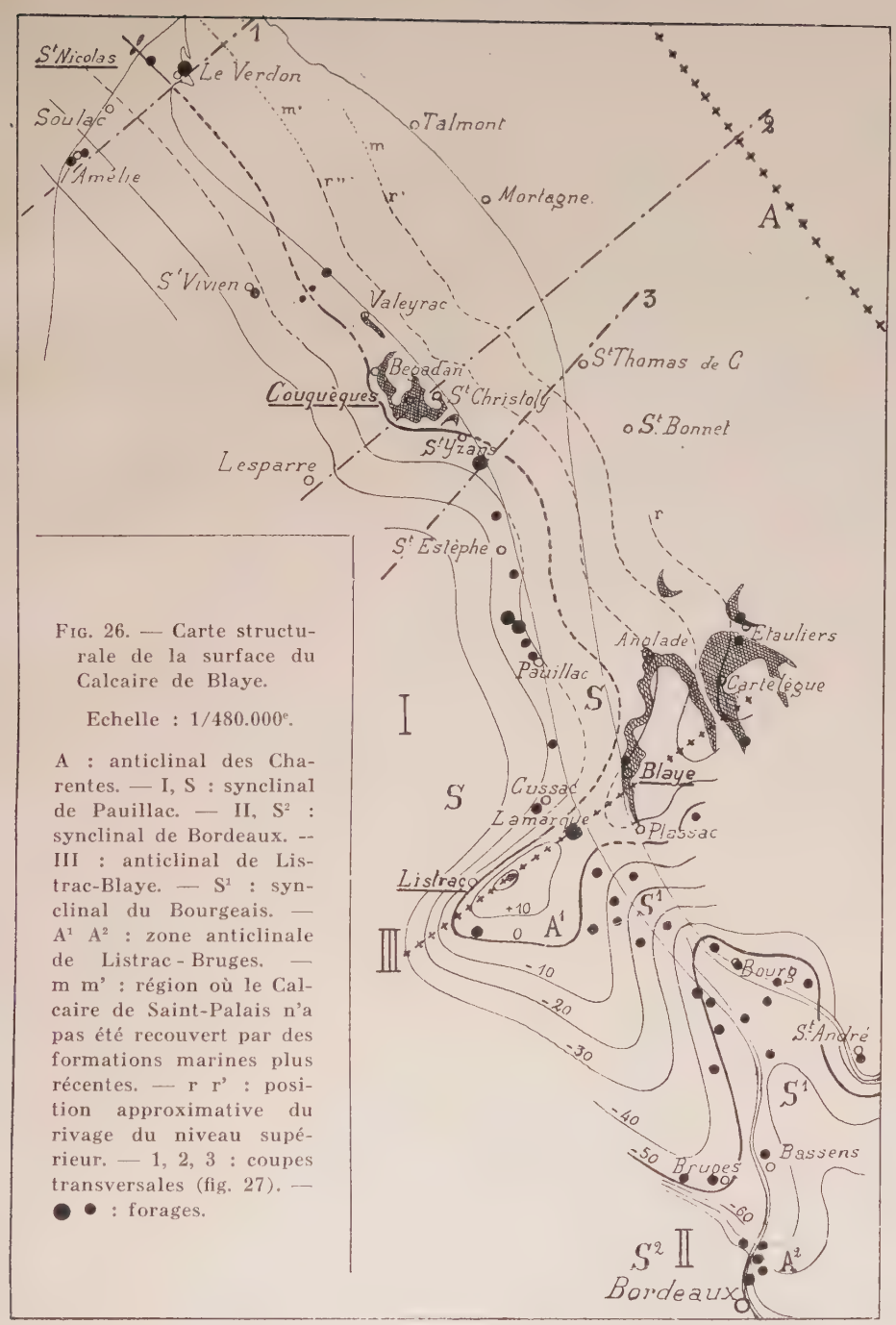


FIG. 26. — Carte structurale de la surface du Calcaire de Blaye.

Echelle : 1/480.000e.

A : anticlinal des Charentes. — I, S : synclinal de Pauillac. — II, S^2 : synclinal de Bordeaux. -- III : anticlinal de Listrac-Blaye. — S^1 : synclinal du Bourgeais. — A^1 A^2 : zone anticlinale de Listrac - Bruges. — m m' : région où le Calcaire de Saint-Palais n'a pas été recouvert par des formations marines plus récentes. — r r' : position approximative du rivage du niveau supérieur. — 1, 2, 3 : coupes transversales (fig. 27). — ● ● : forages.

— 490 m. 80 dans les couches qu'on peut attribuer au Cénomanien (1).

*Cette vérification expérimentale démontre que le flanc sud-ouest de l'*anticlinal crétacé des Charentes *se développe normalement sans être affecté, au voisinage de l'estuaire de la Gironde, d'une faille de direction NO-SE.*

Sur la rive gauche le pendage du *Calcaire de Blaye* est donné par la profondeur à laquelle on trouve ses limites inférieure et supérieure dans les forages de l'Amélie et de la Maison de l'Ingénieur. *Ces deux limites, prolongées, viennent se rejoindre à Saint-Georges-de-Didonne au niveau des grès calcarifères à* O. complanatus.

Coupe 2 : Couquèques (Médoc)-Bois (Charente-Inférieure)

Cette seconde coupe traverse une région où l'allure normale des couches a été modifiée par le relèvement transversal du Crétacé au niveau de Mortagne.

Sont en relations avec cet accident, des modifications dans le pendage des couches, les failles NO-SE de la Seudre et de Brie, celles NE-SO de Mortagne et le *bombement de Couquèques.*

Dans tous ces cas il s'agit d'accidents de faible amplitude; le rejet des failles ne dépasse pas 30 mètres et le *Calcaire de Couquèques* n'a été relevé que d'une quinzaine de mètres par rapport à la position qu'il aurait occupée normalement sur le flanc de l'anticlinal.

Le creusement de l'estuaire ayant enlevé le Maëstrichtien et une partie du Campanien, *les relations des couches entre les deux rives ne sont plus visibles.*

Nous les avons rétablies en pointillé, en tenant compte des données locales, des courbes de niveau de la surface du *Calcaire de Blaye* de la coupe précédente et, principalement, de la coupe voisine 3, où ces relations sont observables.

Coupe 3 : Château Loudenne (Saint-Yzans)-Saint-Thomas-de-Conac

Le Crétacé, atteint dans le forage de Château Loudenne, et le

(1) Le forage a traversé, de — 490 m. 80 à — 512 m. 80, des alternances de bancs calcaires et argileux, puis 21 m. 15 de calcaire compact et enfin, de — 536 m. 55 à — 559 m. 55, des couches détritiques où domine une argile bleue compacte. Ces trois divisions paraissent représenter les trois parties du Cénomanien. Le forage a dû s'arrêter près de la base du Crétacé.

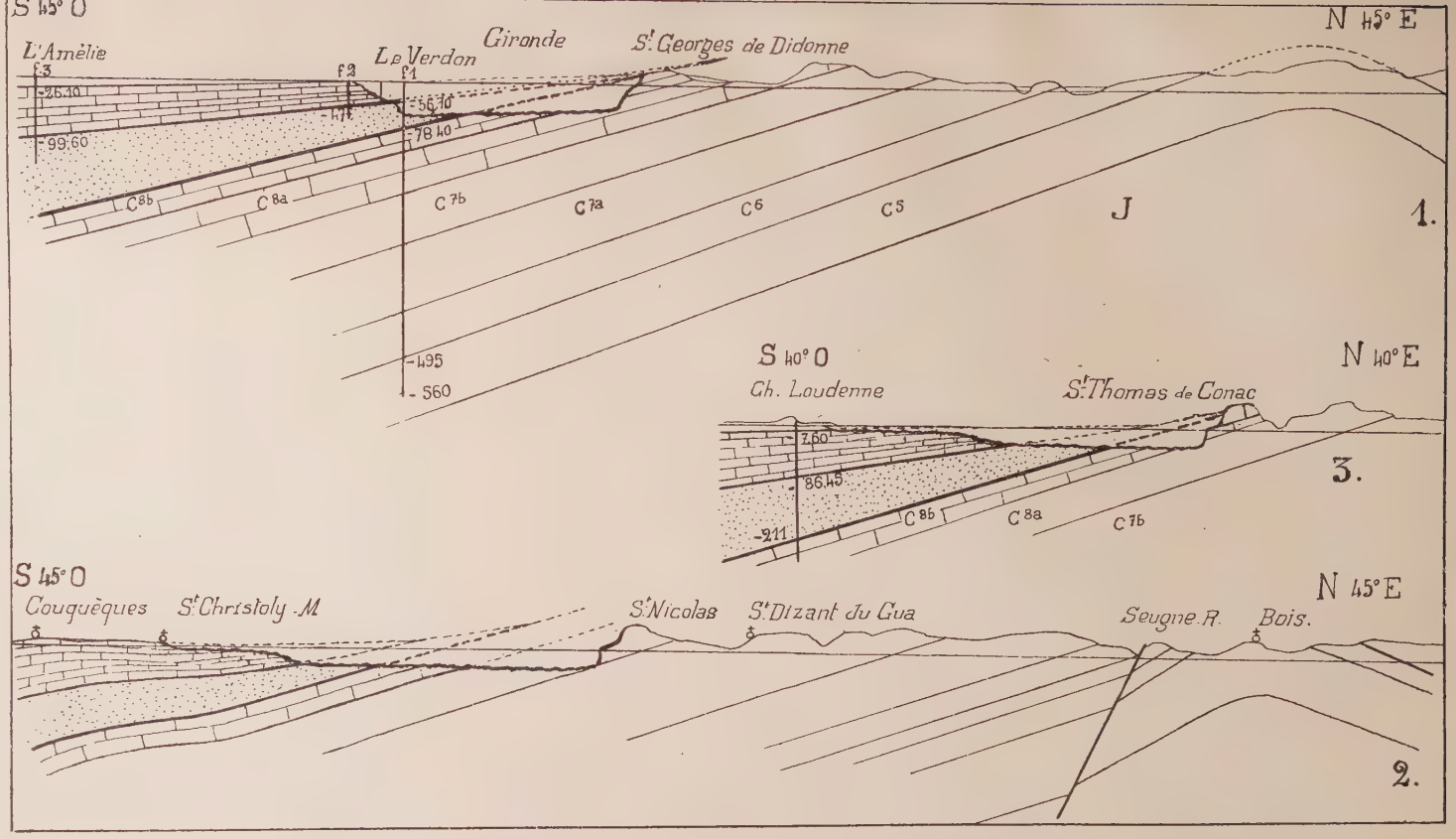


Fig. 27. — Position de l'Eocène inférieur et moyen du Bas-Médoc par rapport au Crétacé des Charentes.

Coupe 1. L'Amélie (Soulac), Le Verdon, Saint-Georges-de-Didonne. Echelle : L = 1/200.000e; H = 1/12.500e.

Coupe 2. Couquèques, Saint-Christoly-de-Médoc, Saint-Dizant-du-Gua. Echelle : L = 1/200.000e; H = 1/12.500e.

Coupe 3. Château Loudenne (Saint-Yzans), Saint-Thomas-de-Conac. Echelle : L = 1/150.000e; H = 1/12.500e.

lambeau des Sables à *N. planulatus* de Saint-Thomas-de-Conac permettent, comme dans la coupe 1, de définir le pendage exact des couches.

Mais ici, les Sables inférieurs, *relevés avec la bordure du bassin à la fin de l'Eocène inférieur, n'ont pas été atteints par la transgression de la mer du* Calcaire de Blaye. *Le même fait devait se produire de Saint-Thomas-de-Conac à Talmont sur le Maëstrichtien disparu.*

Au contraire, de Saint-Georges-de-Didonne à Saint-Palais, ainsi que le montrent la coupe I (fig. 27) et le schéma IV (fig. 21), les Sables inférieurs *ont été recoupés et démantelés par la mer de l'Eocène moyen.*

Les coupes 1, 2 et 3 peuvent être résumées dans une coupe générale schématique qui représente la structure de la bordure nord du bassin tertiaire de l'Aquitaine par rapport à la tectonique du Crétacé des Charentes (coupe II, fig. 28).

Cette coupe, comparée à celle de Linder *sur le même objet, définit l'un des résultats généraux importants obtenus par notre étude de l'Eocène inférieur et de l'Eocène moyen dans le* synclinal de Pauillac.

Ce résultat est caractérisé par la substitution d'une tectonique souple et atténuée à une autre plus rigide et plus violente.

L'inclinaison des couches de l'Eocène inférieur et moyen dans le *synclinal de Pauillac* exprime le résultat définitif des mouvements d'abaissement du flanc sud-ouest de l'*anticlinal des Charentes*. Mais cette inclinaison a été acquise progressivement. Le tableau ci-dessous fait ressortir ce caractère.

INCLINAISON PAR MÈTRE			
DIRECTIONS	LIMITE SUPÉRIEURE du Calcaire de Blaye	LIMITE SUPÉRIEURE des Sables inférieurs	LIMITE SUPÉRIEURE du Crétacé
Coupes 1 et 2.....	3 mm.	7 mm.	15 mm.
Coupe 3.....	3 mm.	7 mm.	20 mm.
Flanc nord de l'*anticlinal Listrac-Blaye*.	10 mm.	37 mm.	70 mm.

Les nombres qui se rapportent aux coupes 1, 2 et 3 indiquent une inclinaison à la fois faible et régulière, c'est-à-dire un anti-

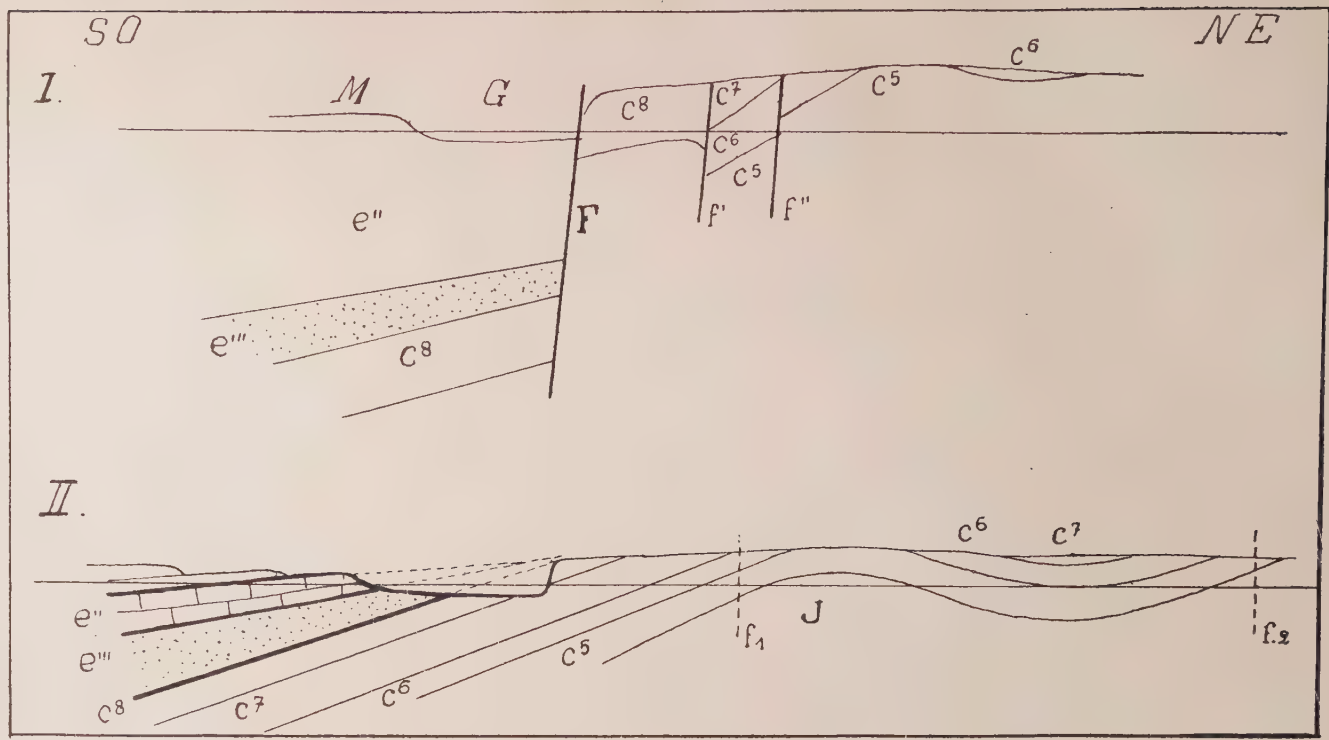


FIG. 28. — Coupe schématique de la Gironde au niveau de Saint-Christoly-de-Médoc.

I. D'après LINDER. — II. D'après les données fournies par les sondages.

M : Médoc. — G : Gironde. — c^5 ..... c^8 : Crétacé supérieur. — J : Jurassique. — e''' : Sables inférieurs. — e'' : Calcaire de Blaye. — F : grande faille de la Gironde. — f 1, f 2, f', f'' : failles secondaires.

clinal calme. La plus grande inclinaison des couches crétacées dans la coupe 3 est due à leur plongement vers le centre du *synclinal de Pauillac.*

Dans l'abaissement définitif (de 15 millimètres par mètre) du flanc sud-ouest de l'anticlinal des Charentes, l'Eocène inférieur entre pour 8/15, l'Eocène moyen pour 4/15 et la période qui suit pour 3/15. Le *synclinal de Pauillac* a eu par conséquent un maximum d'activité au début du Tertiaire pendant l'Eocène inférieur. A la fin du dépôt du *Calcaire de Blaye,* il était formé aux 4/5 (8/15 + 4/15). *Il a manifesté ensuite une grande stabilité et pour ainsi dire une certaine rigidité.*

De même dans la formation de l'axe anticlinal Listrac-Blaye, d'après les nombres du tableau précédent, l'Eocène inférieur entre pour 33/70 et le Calcaire de Blaye (niv. IV et V) pour 23/70. A la fin du dépôt de la zone V le bombement de Listrac était donc formé aux 6/7 (33/70 + 27/70). *Son accentuation postérieure de 1/7 est également la preuve d'une grande stabilité de la région après le dépôt du* Calcaire de Blaye.

Mais il faut remarquer que les rapports 8/15, 4/15 et 3/15, ou 33/70, 27/70 et 10/70 expriment seulement une différence de position entre deux périodes géologiques. *Chacun d'eux a eu pour composantes des mouvements lents ou brusques et de sens parfois différent. Ce sont ces mouvements que notre étude des facies a voulu en quelque sorte surprendre et que nous avons résumés dans nos divisions en niveaux.*

Synclinal de Bordeaux

La disposition des courbes de niveau de la figure 26 montre des déformations importantes de la surface du *Calcaire de Blaye* dans la partie nord du *synclinal de Bordeaux.*

*L'*axe anticlinal Listrac-Blaye *a formé une région limite où sont venues se rencontrer les déformations atténuées d'un anticlinal* A *de style armoricain et celles, plus intenses, dues à des poussées venant du Sud, de la région pyrénéenne. Le résultat de cette rencontre a été la formation d'une zone de résistance à l'enfoncement qui s'est accentuée progressivement en formant un plissement dissymétrique.* A l'extrémité libre de cet axe anticlinal le *dôme de Peyrelevade* représente le point où les deux poussées sont venues s'appliquer avec le maximum d'intensité.

Les déformations du flanc sud de l'*anticlinal de Listrac-*

Blaye (bordure nord du *synclinal de Bordeaux*) ont été représentées dans la figure 7. Elles consistent dans la *zone anticlinale* A^2 A^2 *Listrac-La Bastide* et les deux *zones synclinales du Bourgeais-Libournais au Nord* S^1 S^1 *et de Bordeaux au Sud* S^2 S^2.

L'analyse des phénomènes de subsidence a montré que la part du Calcaire de Blaye, *dans la formation de ces accidents, a été de 3/4 pour l'*anticlinal A^2 A^2, *de 1/2 pour le* synclinal S^1 S^1 *et de 1/3 à 1/5 pour le* synclinal S^2 S^2.

Les déformations postérieures de ces mêmes accidents seront donc respectivement de 1/4, 1/2, 2/3 et 4/5.

Il ressort de ces faits que, contrairement à ce qui s'est passé dans le synclinal de Pauillac, *le* synclinal de Bordeaux *a conservé une grande souplesse après le dépôt du* Calcaire de Blaye.

Nous aurons, dans la suite de notre étude, à définir les manifestations de son activité.

LA FAUNE DE L'ÉOCÈNE MOYEN

MOLLUSQUES

Etant donné l'objet de notre étude nous ne décrirons pas de nouvelles espèces spéciales aux différents gisements de la Gironde, de Saint-Palais et de Pédelail. Nous rechercherons les espèces communes avec les autres bassins.

Le nombre des espèces déterminables dans chaque gisement dépend de la conservation des échantillons, empreintes et moulages. Aussi, les vides des colonnes 2 et 3 correspondent, pour la grande majorité des cas, à de simples lacunes de nos connaissances.

Faune de Blaye, Couquèques, Saint-Palais et Listrac

Dans les différents gisements, les faunes sont remarquablement homogènes; aussi nous a-t-il paru inutile de les séparer.

Pour Saint-Palais, nous nous sommes bornés à la liste de Mollusques donnée par M. Abrard [10] en 1931. Des espèces de Blaye citées par les auteurs anciens, nous avons retenu celles dont nous avons pu vérifier la détermination. Nous y joignons celles qui résultent de nos découvertes et dont les déterminations ont été, pour la plupart, examinées par M. Abrard.

Faune de Pédelail

La faune de Pédelail a fourni des échantillons de bonne conservation qui ont pu servir de terme de comparaison entre les espèces du Bassin de Paris et celles de Blaye et de Couquèques.

La première citation d'une faune de Mollusques à Pédelail remonte à VASSEUR avec les espèces suivantes : *Cerithium unisulcatum, Gonocardium Heberti* (var. *Dubaleni* VASS.) et *Potamides aff. lapidus.*

JACQUOT et RAULIN [221] avaient seulement donné des noms de genres : « *Cerithium, Bulla, Cardita, Lucina, Trochus* ». M. LAMBERT et COSSMANN, en 1924, citent quatorze espèces de Pédelail qui se retrouvent dans le Bassin de Paris.

A la suite des importantes fouilles de M. NEUVILLE, COSSMANN [114] donna une liste de quarante-cinq espèces de Pélécypodes dont treize spéciales au gisement et trente-deux communes avec l'Eocène du Bassin de Paris. D'après l'examen de nouveaux échantillons, et en accord avec M. ABRARD, nous n'avons pu maintenir certaines déterminations de COSSMANN.

Nous croyons utile de rapporter ici l'opinion de M. ABRARD :

1° « *O. Horsarieuensis* = *O. flabellula,* échantillons identiques à ceux de Saint-Palais tirant sur *O. multicostata.* J'ai soumis les échantillons à M. Yang-Kieh qui a fait du groupe une étude détaillée et qui les place formellement, au plus, dans la partie moyenne du Lutétien. » (Note inédite, novembre 1933.)

2° « *Mytilus acutangulus* =*Mytilus sp.* : Je ne vois pas dans le Bassin de Paris d'espèce correspondant à ce *Mytilus.*

3° « *Tellina Peyroti* COSSM. me paraît en effet à peu près identique à *Tellina biangularis* DESH.

4° « *Arcopagia Rozieri* COSSM. est absolument identique à *A. colpodes* BAYAN; il n'y a pas la moindre différence avec un individu de la collection BONNET.

5° « *Phacoides Neuvillei* COSSM. doit être effectivement rapporté à *Ph. Cuvieri* BAYAN.

6° « *Diplodonta pedelayensis* COSSM. a les plus grands rapports avec *D. grata* DESH.

7° « *Callista Heberti* a des côtes plus fortes et moins nombreuses que l'échantillon de Pédelail; à mon avis, il s'agit bien de *Callista suberycinoides* DESH. » (Note inédite, décembre 1934.)

De même, dans les espèces citées en 1914 nous n'avons pu maintenir *Dentalium grande* DESH., *Trochus margaritaceus* DESH., *Strombus bartonensis* SOL., *Phacoides inornatus* DESH., *Divaricella ermenonvillensis* DESH. et *Limatula Barreti* MORLET.

... Les échantillons qui ont fait l'objet d'une révision et ceux qui se rapportent aux nouvelles espèces décrites proviennent de

fouilles que nous avons faites à Pédelail, en avril 1932, avec M. Neuville.

Nous utilisons un système de références assez complet pour tenir compte des travaux antérieurs et permettre un examen critique des déterminations. La première référence (à gauche) se rapporte à Pédelail; la deuxième aux gisements de la Gironde et de Saint-Palais et la troisième renvoie aux types figurés par Cossmann et Pissarro [116].

L'absence des références 1 et 2 pour des espèces citées indique les espèces nouvelles qui résultent de nos découvertes. Les échantillons de ces espèces se trouvent dans notre collection ou dans celles de M. Neuville et du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Bordeaux.

Liste et répartition des espèces

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
Pélécypodes					
1. *Clavagella (Stirpulina) cf. Caillati* Desh. ..... I, 1-1.	+	+	·	+	
2. *Solen cf. rimosus* Bellardi ..... [114, I, 102-103.]	+				
3. *Solen Neuvillei* Cossm. ..... [114, II, 1-3.]	+				
4. *Solen cf. angustus* Desh. ..... II, 11-2.	+		+		
5. *Sphœnia Passyana* Desh. ..... [114, I, 33.] II, 18-1.	+			+	+
6. *Sphœnia uibigueradians* Cossm. ..... [114, I, 34-36.]	+				
7. *Corbula (Bicorbula) gallica* Lmk. ..... [114, I, 71-73.] III, 20-2.	+			+	+
8. *Corbula rugosa* Lmk. ..... [10, p. 18.] III, 20-17.		+	+	+	+
9. *Corbula (Cœstocorbula) ficus* Sol. ..... [114, I, 83-86.] III, 20-18.	+			+	+
10. *Corbula (Cuneocorbula) angulata* Lmk. ..... III, 20-22.	+	+	+	+	+
11. *Tellina rostralis* Lmk. ..... [114, II, 24-37.] V, 35-2.		+		+	+

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
12. *Tellina (Elliptotellina) tellinella* Lmk. [114, II, 32-33, VI, 9.] V, 35-7.	+		+	+	+
13. *Tellina (Mœrella) donacialis* Lmk. [114, II, 22-27.] VI, 35-18.	+			+	+
14. *Tellina (Macaliopsis) biangularis* Desh. [114, II, 34-37.] VI, 35-28.	+	+	+	+	
15. *Arcopagia colpodes* Bayan. [114, II, 21-23.] VII, 36-9.	+	+		+	
16. *Psammocola (Psammotœna) effusa* Lmk. [114, II, 51-53.] VIII, 41-3.	+		+	+	+
17. *Petricola Vasseuri* Cossm. [114, II, 64-66.]	+	+			
18. *Marcia (Tivelina) striatula* Desh. [114, III, 20-21.] IX, 48-2.	+				+
19. *Marcia (Similivenus) turgescens* Desh. [114, III, 35-36.] X, 48-18.	+				+
20. *Marcia (Tectivenus) texta* Lmk. [114, III, 33-34.] X, 48-20.	+	+		+	+
21. *Meretrix suberycinoides* Desh. [114, III, 37-40.] X, 50-4.	+	+		+	+
22. *Meretrix cf. nitidula* Lmk. [1, p. 345.] XI, 50-21.		+	+	+	+
23. *Meretrix (Tivelina) elegans* Lmk. [1, p. 345.] XII, 50-40.		+		+	+
24. *Cardium (Plagiocardium) granulosum* Lmk. [311, p. 401; 10, p. 18.] XVIII, 69-12.		+		+	+
25. *Cardium (Trachycardium) porulosum* Sol. [10, p. 18.] XVII, 69-4.		+		+	+
26. *Cardium (Trachycardium) verruscosum* Desh. [10, p. 18.] XVIII, 69-11.		+		+	+
27. *Cardium (Loxocardium) cf. sublima* d'Orb. [10, p. 18.] XVIII, 69-22.		+		+	
28. *Cardium (Loxocardium) obliquum* Lmk. [10, p. 18.] XVIII, 69-24.	+	+	+	+	
29. *Cardium (Lœvicardium) cf. parisiense* d'Orb. XVIII, 71-1.		+		+	+
30. *Cardium (Lithocardium) dilatatum* Cossm. [114, IV, 59-62.]		+			
31. *Cardium (Gonocardium) Heberti* Vass. [114, IV, 66-68, V, 2.]	+	+			
32. *Corbis lamellosa* Lmk. [114, V, 41-42.] XXII, 78-1.	+	+	+	+	+
33. *Corbis subpectunculus* d'Orb. [10, p. 18.] XXII, 78-4.	+	+		+	

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
34. *Diplodonta grata* Desh. [114, V, 32-36.] XXII, 80-2.	+		+	+	
35. *Miltha anisopleura* Cossm. [114, V.]	+				
36. *Phacoides (Miltha) Cuvieri* Bayan. [114, V, 45-48.] XXIV, 82-7.	+	+	+	+	
37. *Phacoides (Calvilucina) elegans* Defr. [1, p. 345.] XXIV, 82-17.		+		+	+
38. *Phacoides (Lucinoma) saxorum* Lmk. [1, p. 345.] XXV, 82-23.		+		+	+
39. *Phacoides (Codokia) concentrica* Lmk. [114, VI, 45-16.] XXV, 82-30.	+	+		+	+
40. *Phacoides hermonvillensis* Desh. XXVI, 82-46.	+	+		+	+
41. *Lucina (Loripinus) cf. Gentili* Cossm. [114, XIV, 20.] XVII, 82 *bis*-4.	+			+	+
42. *Tinacria media* Desh. XXXIV, 107-6.	+				+
43. *Tinacria deltoidea* Lmk. XXXIV, 107-3.	+			+	
44. *Divaricella cf. pulchella* Agass. XXVII, 82 *ter*-1.		+		+	
45. *Venericardia sulcata* Sol. [114, VII, 33-35.] XXXII, 97-17.	+				+
46. *Cardita cf. planicostata* Lmk. [1, p. 345.] XXXI, 97-1.		+	+	+	+
47. *Limopsis granulata* Lmk. [114, VIII, 47-50.] XXXIV, 108-1.	+		+	+	+
48. *Pectunculus Blayaci* Cossm. [114, VIII, 36-38.]		+			
49. *Arca (Barbatia) cf. granulosa* Desh. [114, VIII, 68.] XXXVI, 110-45.		+		+	
50. *Arca (Fossularca) multidenta* Desh. [114, VIII, 102-103.] XXXVII, 110-56.	+			+	
51. *Arca (Barbatia) cf. barbatula* Lmk. XXXVI, 110-15.	+	+		+	+
52. *Arca (Barbatia) cf. appendiculata* Sol. XXXVI, 110-16.	+	+		+	+
53. *Lithodomus cordatus* Lmk. [114, IX, 13-15.]		+			
54. *Mytilus (Arcomytilus) Rigaulti* Desh. [1, p. 345.] XXXVII, 112-6.		+		+	+
55. *Mytilus sp.*	+	+			

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
56. *Mytilus (Arcomytilus) cf. Brochei.* ..... XXXVII, 112-8.		+			+
57. *Modiola (Amygdalum) subangulata* Ben. ..... [38, p. 14.] XXXVIII, 115-3.		+		+	
58. *Modiolaria seminuda* Desh. ..... XXXVIII, 117-1.	+			+	+
59. *Avicula (Aviculoperna) cf. cosmeta* Cossm. ..... XXXIX, 121-10.		+		+	
60. *Perna incavata* Vass. [319]		+			
61. *Vulsella angusta* Desh. ..... [114, IX, 43-47.] XXXIX, 125-3.	+	+	+	+	+
62. *Vulsella minima* Desh. ..... XXIX, 125-4.	+	+			+
63. *Vulsella falcata* Munst. ..... [114, IX, 57.]		+			
64. *Vulsellopsis Douvillei* Doncieux ..... [114, IX, 59.]		+			
65. *Lima (Limatula) cf. obliqua* Lmk. ..... XL, 129-14.	+			+	
66. *Chlamys parisiensis* d'Orb. ..... [1, p. 345.] XLI, 131-13.	+	+		+	
67. *Chlamys subtripartita* d'Arch. ..... [10, p. 12; 114, X, 39-41.]	+	+			
68. *Chlamys multicarinata* Lmk. ..... XL, 131-10.		+		+	
69. *Chlamys optata* Desh. ..... XLI, 131-14.	+	+		+	
70. *Chlamys cf. infumata* Lmk. ..... XLI, 131-15.		+		+	
71. *Spondylus cf. radula* Lmk. ..... XLI, 134-1.		+		+	
72. *Ostrea flabellula* Desh. ..... [114, XV, 15-18.] [10, p. 18.] XLIV, 135-28.	+	+	+	+	
73. *Ostrea plicata* Sol. ..... XLIV, 135-31.		+		+	
74. *Ostrea subdorsata* Cossm. ..... [114, XIII, 30; et XV, 8-10.]	+				
75. *Ostrea Billaudeli* Math.		+			
76. *Ostrea Raincourti* Desh. (?) ..... [114, XIV, 21-22; et XV, 11-12.] XLII, 135-10.	+				+
77. *Anomia rugosula* Dehs. ..... [10, p. 18.] XLIV, 136-5.		+	+	+	+

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
78. *Anomia tenuistriata* Desh. ..... XLIV, 136-1.	+	+		+	+
79. *Anomia psammatheis (?)* Bayan ..... [114, XV, 23-25.] XLIV, 136-4.	+				+
80. *Anomia planulata* Desh. ..... XLIV, 136-6.	+	+	+	+	+
Gastropodes					
81. *Dentalium (Fustaria) fissura* Lmk. ..... I, 1-17.	+	+		+	+
82. *Fissurela incerta* Desh. ..... I, 6-4.	+	+		+	
83. *Siphonodentalium (Dischides) bilabiatum* Desh. ..... I, 3-4.	+			+	+
84. *Tinostoma rostellæforme* Desh. ..... III, 16-2.	+		+	+	+
85. *Delphinula calcar* Lmk. ..... III, 17-2.	+			+	
86. *Delphinula conica* Lmk. ..... [311, p. 401; 38, p. 14. Vass. [p. 236 .		+			
87. *Liotia Gervillei* Desh. ..... [311, p. 401; 10, p. 18; 38, p. 14.] III, 19-1.	+	+		+	
88. *Trochus Bareti* Vass. ..... Vass. [pl. VIII, fig. 52].	+	+			
89. *Collonia marginata* Lmk. ..... IV, 33-1.	+	+	+	+	+
90. *Velates Schmiedeli* Chemn. ..... VI, 40-1.	+		+	+	
91. *Natica cepacœa* Lmk. ..... 10, p. 18. IX, 61-20.		+		+	+
92. *Natica labellata* Lmk. ..... [38, p. 14. X, 61-31.		+	+	+	+
93. *Natica Studeri* Quendsted ..... [311, p. 401.] Vass. [p. 248 .		+			
94. *Ampullina patula* Lmk. ..... X, 64-3.	+	+		+	+
95. *Ampullina sigaretina* Lmk. ..... [38, p. 14.] X, 64-1.		+		+	+
96. *Ampullospira producta* Desh. ..... XI, 64 *bis*-6.	+	+		+	
97. *Ampullospira scalariformis* Desh. ..... XI, 64 *bis*-3.	+	+		+	

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
98. *Xenophora confusa* Desh. XIII, 69-2	+	+		+	
99. *Calyptræa lamellosa* Desh. [10, p. 18.] XII, 73-4.	+	+		+	
100. *Calyptræa aperta* Sol. XII, 73-1.		+	+	+	+
101. *Hipponyx cornucopiæ* Lmk. [311, p. 401.] XII, 74-1.		+		+	+
102. *Hipponyx tuba* Desh. XII, 74-4.		+	+	+	
103. *Hipponyx patelloides* Desh. XII, 74-9.		+		+	+
104. *Siphonaria Tournoueri* Vass. Vass. [pl. X, fig. 8-9].		+			
105. *Pariphostoma minus* Desh. XVI, 102-2.	+	+	+	+	+
106. *Solarium plicatum* Lmk. XVI, 104-9.	+			+	+
107. *Bayana lactea* Lmk. XIX, 121-1.	+	+	+	+	+
108. *Messalia Chaussyensis* Cossm. XXI, 126-17.	+			+	
109. *Messalia cf. Heberti* Desh. XXI, 126-5.	+				+
110. *Vermetus (Vermicularis) conicus* Lmk. XXII, 131-13.	+	+		+	
111. *Vermetus (Serpulorbis) Deshayesi* Newton XXII, 131-2.		+		+	
112. *Cerithium (Serratocerithium) serratum* Lmk. [10, p. 19.] XXII, 137-1.	+	+		+	+
113. *Cerithium (Serratocerithium) tuberculosum* Lmk. XXIII, 137-5.		+			+
114. *Cerithium (Tiaracerithium) tiara* Lmk. XXIII, 137-12.	+	+		+	+
115. *Cerithium (Ptychocerithium) lamellosum* Lmk. XXIV, 137-39.		+		+	+
116. *Cerithium (Campanile) parisiense* Desh. XXV, 137-48.		+		+	
117. *Rhinoclavis (Semivertagus) unisulcatus* Lmk. XXV, 137 *ter*-3.	+	+	+	+	+
118. *Diastoma costellatum* Lmk. [38, p. 14.] XXVI, 138-1.	+	+		+	+
119. *Bithium semigranulosum* Lmk. XXVI, 142-1.	+	+	+	+	+

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
120. *Potamides (Potamidopsis) tricarinatus* Lmk. [311, p. 401.] XXVIII, 151-11.	+	+		+	
121. *Potamides (Ptychopotamides) cinctus* Brug. XXVIII, 151-14.	+			+	+
122. *Potamides (Exechostoma) angulosus* Lmk. [311, p. 401.] XXVIII, 151-20.		+		+	+
123. *Potamides (Exechostoma) interruptus* Lmk. [311, p. 401.] XXVIII, 151-22.	+	+		+	
124. *Potamides (Ceritidea) subpunctatus* Desh. XXVIII, 151-25.	+	+		+	+
125. *Cerithium angulatum* Vass. = *Pyrazus angulatus* Sol. [311, p. 401.] XXIX, 151 *ter*-1.	+	+		+	
126. *Potamides (Tympanotus) Lacazei* Vass. [311, p. 401.] Vass. [pl. VI, fig. 1-5].		+			
127. *Cerithium costatum* Desh.	+	+			
128. *Dientomochilus ornatus* Desh. XXX, 151-1.	+	+		+	+
129. *Dientomochilus princeps* Vass. Vass. [319, pl. II, fig. 44; pl. III, fig. 33].	+	+			
130. *Rimella fissurella* Lmk. [10, p. 19.] XXX, 156-1.	+	+	+	+	+
131. *Strombus ornatus* Desh. [311, p. 401.]		+			
132. *Terebellum fusiforme* Lmk. [38, p. 14] XXXI, 158-1.	+	+	+	+	+
133. *Terebellum convolutum* Lmk. XXXI, 158-2.	+	+		+	+
134. *Terebellum armoricense* Vass. Vass. [319, pl. II, fig. 20; pl. III, fig. 55].	+	+			
135. *Cypræa (Cypræda) elegans* Defr. XXXIII, 162-13.	+	+		+	+
136. *Pirula fragilis* Desh. XXXIII, 164-4.	+			+	
137. *Cassidæa (Semicassis) harpæformis* Lmk. XXXIII, 165,1.	+	+		+	
138. *Sycum bulbus* Sol. XXXIX, 194-1.		+		+	+
139. *Fusus scalarinus* Desh. [10, p. 19.]		+			
140. *Clavilithes (Rhopalithes) cf. Noæ* Chemn. XL, 198-7.	+	+		+	+
141. *Volutha cf. musicalis* Lmk. XLV, 206-1.	+	+		+	+

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde et Saint-Palais	BASSIN DE PARIS		
			C	L	B
142. *Marginella dentifera* Lmk. ..... XLVI, 208-7.	+			+	+
143. *Cryptospira ovulata* Lmk. ..... XLVI, 208 *bis*-1.	+	+		+	+
144. *Olivella micans* Desh. ..... XLVI, 210-3.	+			+	+
145. *Olivancellaria (Agaronia) cf. Dubuissoni* Vass. ..... Vass. [319, pl. II, fig. 2-3].	+				
146. *Hemiconus granatinus* Desh. ..... XLVIII, 214 *bis*-7.	+	+		+	
147. *Hemiconus cf. Tramelini* Vass. ..... Vass. [319, pl. II, fig. 31].		+			
148. *Cryptoconus cf. filosus* Lmk. ..... XLIX, 216-1.	+			+	
149. *Cryptoconus cf. subdecussatus* Lmk. ..... XLIX, 216-4.	+			+	
150. *Bulinella (Cyclichnina) cf. sectifera* Cossm. ..... LV, 241-11.	+	+	+		
151. *Roxania biumbilicata* Desh. ..... LV, 242-2.	+	+		+	+
152. *Auricula Heberti* Vass. ..... Vass. [319, pl. IX, fig. 36-38].	+				

Discussion

La faune de Mollusques de la Gironde et de Pédelail est connue actuellement par 152 espèces dont 10, décrites par Cossmann comme spéciales à certains gisements, sont à retrancher de la liste d'espèces communes à deux ou plusieurs bassins.

Dans cette liste de 142 espèces, 17 sont spéciales aux bassins occidentaux : Cotentin, Basse-Loire, Aquitaine. Parmi ces espèces se trouvent celles qui impriment à la faune de ces bassins un air de ressemblance très marqué : *Gonocardium Heberti* et *Dientomochilus princeps* sont très communs à Couquèques, Blaye et Pédelail; *Cerithium costatum* du Cotentin est le Cérithe le plus commun des mêmes gisements; c'est le dernier qui persiste dans la couche terminale à *Mytilus* où apparaît *Sis-*

mondia intermedia; Petricola Vasseuri et *Perna incavata,* espèces dominantes dans les carrières du groupe A de Couquèques, sont communs dans la Basse-Loire.

On relève encore 70 espèces communes à la fois au Bassin de Paris, à la Basse-Loire et au Bassin d'Aquitaine, parmi lesquelles le *groupe entier des Cérithes et des espèces telles que* O. flabellula, Corbis subpectunculus, ... *etc. donnent à la faune un caractère Lutétien très marqué.*

Il est à remarquer que *les espèces qui se trouvent dans la Basse-Loire réparties dans les cinq zones de* VASSEUR *sont réunies dans un même niveau à Couquèques et à Blaye.* En particulier les espèces des 2e et 3e zones se retrouvent presque toutes à Couquèques avec les espèces de la 5e zone de Campbon à *Cerithium parisiense* et *C. tricarinatum.* Cela peut signifier que les Mollusques n'ont pas de signification stratigraphique précise; mais on peut aussi penser que les zones de VASSEUR représentent bien plus des facies que des niveaux stratigraphiques véritables.

Enfin, 125 espèces sont communes à l'Aquitaine et au Bassin de Paris; elles se répartissent dans ce dernier bassin de la manière suivante :

Espèces spéciales au Cuisien	2	118
Espèces communes au Cuisien et au Lutétien	7	
Espèces communes au Cuisien, au Lutétien et au Bartonien	21	
Espèces spéciales au Lutétien	38	
Espèces communes au Lutétien et au Bartonien	50	
Espèces spéciales au Bartonien (déterminations exclusives de COSSMANN)		7

Par rapport à l'ensemble de la faune on a encore la répartition suivante :

	Bassin d'Aquitaine	Bassin de Paris (d'après M. Abrard)
Espèces du Cuisien : 30 sur 125	24 %	14 %
Espèces communes au Lutétien et au Bartonien ...	38 %	25 %
Espèces communes aux trois étages	17 %	6 %
Espèces du Bartonien	60 %	31 %

Cette répartition, qui porte sur une faune incomplète, ne traduit pas exactement la réalité. *Mais on peut admettre qu'elle exprime du moins les caractères dominants de la faune, lesquels, par l'introduction de nouvelles espèces, pourront varier de degré mais non de sens.*

Parmi ces caractères, le plus significatif est le nombre d'espèces communes avec le Lutétien du Bassin de Paris, soit cent-seize. On remarque ensuite le nombre d'espèces communes à deux ou trois étages. Des espèces qui, dans les bassins du Nord, se succédèrent dans le temps, vécurent simultanément dans le Bassin d'Aquitaine. La migration des espèces méridionales se produisit lentement le long des rivages occidentaux; certaines ne dépassèrent pas les bassins de la Basse-Loire et du Cotentin, d'autres arrivèrent tardivement dans le Bassin parisien.

Aussi, lorsque dans deux bassins éocènes, l'un méridional, l'autre septentrional, on constate l'existence de deux faunes ayant de nombreux points de ressemblance, on peut conclure qu'elles sont au plus contemporaines et que, plus vraisemblablement, celle du Sud est antérieure à celle du Nord.

On ne peut donc pas concevoir que la faune du *Calcaire de Blaye* soit postérieure au Lutétien.

La persistance et la migration lente des espèces fait encore comprendre que les Mollusques soient, comme le dit M. Abrard avec insistance, « des fossiles déplorables pour la détermination d'un niveau » [1, p. 240].

Aussi, adoptant entièrement cette opinion, ne tirerons-nous aucune conclusion de la répartition des espèces dans les niveaux successifs du Lutétien des différents bassins.

Nous ne retiendrons même pas le fait que certaines espèces de Mollusques, et en particulier la faune de Cérithes, rapprochent les *couches à Mollusques de Blaye* et *de Couquèques* du *Calcaire grossier supérieur,* car nous pensons, comme M. Abrard, que « les couches à Cérithes indiquent des conditions bathymétriques spéciales et non pas une époque dans l'histoire du Lutétien » [1, p. 229].

Dans un sens plus général, de Grossouvre [217, p. 828] a rappelé les règles de méthode à observer : « ... on ne doit pas tenir compte des variations de faunes corrélatives des variations de facies, car elles n'ont rien à voir avec la marche générale de l'évolution organique. De même on ne doit pas non plus chercher à déterminer l'âge d'une couche d'après le

degré d'affinité de sa faune avec celle d'horizons déterminés. »

Pour ces différentes raisons, nous considérerons seulement comme certaine la signification générale de l'ensemble de la faune : celle-ci dans sa totalité possède un caractère franchement lutétien.

BRACHIOPODES, BRYOZOAIRES, ZOANTHAIRES

Liste et répartition des espèces

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Pédelail	Gironde	B^e Loire	BASSIN DE PARIS		
				C	L	B
Brachiopodes						
1. *Terebratulina tenuistriata* LEYM.		+				
2. *Terebratulina parisiensis* DESH. [116, LXII, 2-1.]		+			+	
3. *Terebratula bisinuata* LMK. [10, p. 11; 116, LXII, 3.]		+			+	
Bryozoaires						
1. *Tubucella mamillaris* M. E. [10, p. 21.]	?	+	?		+	
2. *Rectonychocella dimorpha* CANU [10, p. 22.]	?	+	?		+	+
3. *Peristomella alifera* REUSS [10, p. 23.]	?	+	?		+	
Zoanthaires						
1. *Turbinolia sulcata* LMK.	+	?	+		+	+
2. *Stylocœnia monticularia* SCHWEIGGER [10, p. 11, pl. I, fig. 1.]	+	+	+		+	
3. *Madrepora ornata* MICHELIN	+	+	+		+	

BRACHIOPODES

Terebratulina tenuistriata est une espèce des Marnes bleues de la Côte des Basques. Elle est citée par BENOIST dans le niveau moyen du *Calcaire de Blaye* du Parc Bordelais (f. 44). Nous l'avons retrouvée dans un autre forage de la rive droite (f. 41') avec *Alv. elongata* et *N. uroniensis*. Elle est encore citée par JACQUOT et RAULIN comme espèce caractéristique des Marnes à *Xanthopsis* de la Chalosse. Nous en avons recueilli de nombreux échantillons dans un gisement de ces Marnes,

à Horsarieu; mais M. Abrard pense que certains se rapprochent davantage de *Terebratulina Venei* Leym.

On peut retenir de ces faits que *Terebratulina tenuistriata,* rencontré dans toutes les parties du Lutétien, caractérise certains facies et non des niveaux déterminés.

Les deux autres espèces ne sont connues en Aquitaine qu'à Saint-Palais; dans le Bassin de Paris, elles se trouvent dans le Lutétien marin franc. La présence de *Terebratula bisinuata* dans le Cotentin, à l'exclusion de la Basse-Loire, est à retenir et à rapprocher du cas de *Cerithium costatum* et de la « présence d'un *Cyclolites* », genre méridional [1, p. 312], parmi les Zoanthaires. Vasseur avait déjà signalé des analogies fauniques entre les couches de Blaye et celles à « *Cerithium angulatum* de Fresville (Cotentin) » [311, p. 401].

BRYOZOAIRES

Seul le gisement de Saint-Palais a été étudié à ce point de vue. Nous nous bornerons à citer la conclusion de Canu, rapportée par M. Abrard : « l'association des trois espèces ci-dessus assigne un âge lutétien à la couche où elles ont été rencontrées » [10, p. 22].

ZOANTHAIRES

Les couches supérieures de Couquèques, Blaye et Pédelail sont très riches en Polypiers; mais les espèces sont d'une détermination très difficile. Nous ne retiendrons que celles dont l'identité peut être considérée comme certaine.

Les trois espèces citées sont très bien conservées dans le gisement de Pédelail (déterminations de M. Abrard). De bonnes contre-empreintes nous ont permis de reconnaître à Couquèques et à Blaye *Stylocœnia monticularia,* déjà trouvé à Saint-Palais par M. Abrard, et *Madrepora ornata.*

Turbinolia sulcata est une espèce banale qui va, dans le Bassin de Paris, de la base du Lutétien transgressif au Bartonien inclus.

Les deux autres espèces sont exclusivement cantonnées dans le Lutétien. Venant sans doute d'une mer méridionale, qui ne pouvait être que celle de l'Aquitaine, elles ont suivi *Orbitolites complanatus* dans sa migration vers le Nord; les trois espèces

ont envahi ensemble le Bassin de Paris vers le début du dépôt du *Calcaire grossier moyen* (zone IV de M. Abrard).

Cette faune de Zoanthaires est totalement différente de celle de Biarritz où, selon M. Abrard, en dehors de *Diplohelia raristella,* qui est une espèce banale, il n'y a aucun genre qui soit commun avec le Bassin de Paris.

Ce fait peut s'expliquer par la différence des facies et du climat ou par une différence d'âge des couches de Biarritz et de la Gironde; dans ce dernier cas le *Calcaire de Blaye* serait plus ancien.

Il ressort de la réunion de ces faits que la faune connue de Brachiopodes, de Bryozoaires et de Zoanthaires du Calcaire de Blaye *fait partie de la faune lutétienne du Bassin de Paris.*

ÉCHINIDES

La faune d'Echinides a joué un rôle capital dans les discussions relatives au *Calcaire de Blaye* dont elle a servi, depuis Matheron, à établir la stratigraphie.

Mais nous avons vu que cette stratigraphie ne pouvait pas être maintenue. Il en résulte que les espèces d'Echinides, dites caractéristiques, doivent recevoir une interprétation différente de celle qui était admise jusqu'ici.

Nous examinerons exclusivement celles qui prennent ainsi une nouvelle signification et qui servent à préciser les résultats obtenus par l'étude stratigraphique.

GENRE ECHINOLAMPAS

Les Echinolampas de Blaye

(Planches VII, VII *bis,* VIII et IX)

La série des espèces *Ech. Linderi, Ech. stelliferus, Ech. blaviensis, Ech. burdigalensis,* représente pour M. Lambert, en 1912, une filiation et une succession dans le temps, soit une véritable échelle paléontologique utilisable pour établir la stratigraphie du *Calcaire de Blaye.*

Echinolampas Linderi, considéré comme la forme la plus ancienne, ne se rencontre plus dans l'assise inférieure de la Citadelle. Mais, dans le Médoc, on trouve, dans certains facies des couches à *Echinolampas burdigalensis,* des gisements de cette

dernière espèce, où tous les individus sont de petite taille et reproduisent les formes d'*Ech. Linderi* (pl. IX, n°s 7 et 8).

M. Lambert, du reste, a changé d'opinion au sujet de cette espèce : « Je reconnais bien volontiers, écrit-il, que cet *Ech. Linderi* est tout au plus une forme d'*Ech. burdigalensis* et, mieux que le type (pl. 222), n'en diffère pas sérieusement. » (Note inéd., 1934.)

Cette forme d'*Ech. burdigalensis* ne se rencontre plus dans les bancs exploités maintenant à la Citadelle; on trouve par contre, dans les mêmes bancs, *Echinanthus Desmoulinsi* et un *Echinolampas* élevé qui rappelle de très près *Ech. blaviensis,* ou plutôt qui va de *Ech. stelliferus* à *Ech. blaviensis.* Le type moyen est une forme globuleuse aux caractères suivants : face inférieure presque plane à floscelle marqué et à périprocte transverse, marginal et largement ouvert; face supérieure régulièrement convexe à apex légèrement excentrique en avant et à pétales peu saillants, interambulacre postérieur bombé, formant un léger rostre. *Les individus de ce type ne se distinguent pas des formes globuleuses et de grande taille de Saint-Palais rapportées à* Ech. Archiaci (pl. VII, n° 6).

A côté, des individus plus hauts conservent le profil caractéristique, quoique surélevé, du type précédent, mais possèdent des pétales plus saillants; chez d'autres, ce dernier caractère s'accentue et on a une forme intermédiaire entre *Ech. stelliferus* et *Ech. blaviensis.* Quand l'élévation de la cavité interne se fait uniquement aux dépens du test, les individus prennent un profil conique, l'appareil ambulacraire s'éloigne de l'ambitus et l'interambulacre postérieur devient déclive (pl. VII et VII *bis,* n° 9).

Enfin cette forme conique peut présenter encore des ambulacres saillants; c'est le cas extrême du type surélevé (pl. VII *bis,* n° 8).

Tout se présente comme si des individus d'une espèce globuleuse, type *Ech. Archiaci,* répondaient individuellement à des conditions de vie qui nécessitaient une augmentation de volume de la cavité intérieure du test, c'est-à-dire du milieu interne.

Le type *Ech. stelliferus* réalisa parfaitement l'adaptation particulière à ces conditions de vie. Dans les couches supérieures où ces conditions persistèrent en s'accentuant, le type nouveau se fixa en réduisant sa taille et pullula sur la bordure littorale.

Les observations paléontologiques s'accordent donc avec la stratigraphie pour situer Ech. stelliferus, *dernier terme d'une série évolutive, au sommet du* Calcaire de Blaye.

De plus, *Ech. stelliferus,* espèce nettement adaptée à un facies particulier, ne peut pas être considérée comme une forme ancestrale par rapport à une espèce moins différenciée, *Ech. burdigalensis.*

L'espèce des couches dites « moyennes », *Ech. blaviensis,*

présente également des variations individuelles étendues. On trouve d'abord la forme typique de Saint-Palais, *Ech. Archiaci*, les formes intermédiaires de la Citadelle et, en grand nombre, celles, plus hautes et globuleuses, à pétales non sailllants, désignées par *Ech. blaviensis* (pl. VII et VII *bis*, n°s 5, 7, 10). Mais on trouve aussi des formes individuelles d'adaptation qui se situent entre les types *Ech. stelliferus* et *Ech. blaviensis*. La place de ces formes dans l'une ou l'autre de ces deux espèces n'a de signification qu'au point de vue d'une nomenclature purement nominale. Les « caractères qui témoignent » de la « parenté très proche » des deux espèces (Lambert) [231, p. 44] ne doivent pas être pris dans le sens de filiation, mais plutôt dans celui de variations contemporaines d'une même espèce. Par la fixité de ses caractères, *Ech. stelliferus* prend rang parmi les espèces; *Ech. blaviensis*, aux caractères plus fuyants, n'est en réalité qu'une race locale ou variété d'*Ech. Archiaci*.

On trouve en effet, à Blaye, de véritables *Ech. Archiaci* et à Saint-Palais des formes de cette espèce, globuleuses et à apex moins excentrique en avant, identiques à certains *Ech. blaviensis* et appelées par Cotteau *Ech. Douvillei* (pl. VII, n°s 5, 12).

Les deux espèces caractéristiques de Blaye, Ech. stelliferus *et* Ech. blaviensis, *ne sont donc point deux espèces successives d'une même forme ancestrale,* Ech. Linderi (Ech. burdigalensis), *mais représentent des variations morphologiques correspondant à deux modes d'adaptation d'une même espèce,* Ech. Archiaci, *soumise à des conditions de vie différentes en deux points voisins d'un même rivage.*

Echinolampas Archiaci

(Planches VII et VII *bis*)

Cette espèce d'*Echinolampas* est celle qui joue le plus grand rôle dans l'Eocène moyen : elle domine à Saint-Palais, d'où on l'a d'abord décrite; nous l'avons retrouvée avec les mêmes caractères et un polymorphisme encore plus grand à Peyrelevade (Listrac). Enfin c'est le seul *Echinolampas* du *Calcaire de Pédelail* (Landes). L'aire de dispersion de l'espèce s'étend jusqu'à la Catalogne (Lambert) [233].

Quand on compare des séries d'échantillons de Saint-Palais, Peyrelevade et Pédelail, on peut remarquer que les formes se groupent selon trois ordres de variations.

1° *Forme globuleuse haute.* — Les individus sont de grande taille et ont un apex peu excentrique en avant. Le type se retrouve

à Blaye où il constitue le point de départ des variations qui aboutissent à *Ech. blaviensis* et à *Ech. stelliferus* (n° 5).

A Pédelail, des individus qui présentent la forme globuleuse sont d'une taille moindre. En 1934, M. Neuville trouva à Donzacq (Le Cantaou), dans le Calcaire à *N. complanatus, N. Lorioli, Ass. spira* et *Alveolina elongata,* un *Echinolampas* globuleux qu'il rapporta à *Ech. Archiaci.* M. Castex pense qu'on pourrait plus justement rapprocher cette forme d'*Ech. biarritzensis,* avec la réserve que cette dernière espèce doit être considérée comme étant voisine de la précédente.

Il y aurait ainsi, par l'intermédiaire de Pédelail, un élément commun aux faunes d'Echinides de la Gironde et de Biarritz. Le rapprochement pourrait s'étendre aux deux formes voisines : *Ech. ellipsoidalis* et *Ech. Cotteaui.*

2° *Forme allongée et rostrée.* — C'est la forme type. Elle se rencontre à Saint-Palais, Listrac, Blaye. Dans le *Calcaire de Saint-Yzans,* elle entre dans une phase évolutive en donnant la multiplicité des formes qui se groupent autour du type moyen décrit et figuré sous le nom d'*Ech. lesparrensis* (n° 13).

L'espèce d'Arthon, *Ech. arthonensis,* représente une des formes comprises dans les limites des variations de ce type.

3° *Forme basse.* — Ces individus offrent une grande difficulté d'interprétation. Certains, rostrés et à face supérieure presque plane, se rapprochent d'*Ech. dorsalis.* M. Lambert avait vu là une raison pour établir un rapport de filiation entre ces deux espèces. D'autres, allongés et à face supérieure régulièrement bombée, ont l'allure d'*Ech. burdigalensis;* mais les pétales sont plus étroits et moins longs et les pores génitaux sont parfois nettement ovales.

Enfin, certaines formes basses ont l'apex nettement excentrique et l'interambulacre postérieur fortement rostré. Les individus qui présentent ces caractères ont, d'après M. Abrard (qui a examiné un échantillon de Pédelail), une grande affinité avec *Ech. calvimontanum* du Bassin de Paris.

Ech. Archiaci constitue par conséquent l'espèce la plus importante de la faune d'Echinides de l'Eocène moyen. Il se trouve durant cette période dans une phase évolutive, laquelle explique le polymorphisme de l'espèce, la plasticité de certaines formes telles que *Ech. blaviensis* et *Ech. stelliferus* et la production, dans des bassins éloignés, d'espèces représentatives telles que : *Ech. biarritzensis, Ech. arthonensis* et *Ech. calvimontanum.*

Il faut ajouter à cela que, par l'intermédiaire d'*Ech. lespar-*

rensis, Ech. Archiaci constitue la souche d'où dérivent les espèces d'*Echinolampas* de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène.

Echinolampas lesparrensis

(Planches VII et VII *bis*)

Bien que cette belle espèce se développe dans le *Calcaire à Milioles de Saint-Yzans,* nous la décrivons ici en raison de ses rapports de filiation avec *Ech. Archiaci.* Elle présente un grand polymorphisme. Les formes s'échelonnent selon les types suivants (longueur, largeur, hauteur) :

1.	65 mm.	60 mm.	47 mm.	4.	59 mm.	56 mm.	32 mm.
2.	62 mm.	56 mm.	46 mm.	5.	52 mm.	41 mm.	29 mm.
3.	53 mm.	48 mm.	38 mm.	6.	54 mm.	46 mm.	25 mm.

Les types 1 et 2 sont des formes globuleuses et hautes, bien distinctes. Le type 3 (n° 13) est identique à certaines formes d'*Ech. Archiaci* var. *blaviensis* de Blaye (n° 12). Nous avons, de la carrière de la route de Saint-Girons à Blaye, un individu dont les caractères et les dimensions (52 mm., 41 mm., 28 mm.) sont exactement ceux du type 5. Mais on trouve aussi des individus identiques parmi les formes d'*Ech. Archiaci* de Saint-Palais (43 mm., 33 mm., 24 mm.) et de Listrac (48 mm., 39 mm., 26 mm.) (n°s 2 et 11).

Avec le type 6 nous avons une forme basse qui ne se distingue des espèces *Ech. Benoisti* du *Calcaire de Saint-Estèphe, Ech. Touzini* du *Calcaire à Anomies* et *Ech. Blanvillei* de l'Oligocène que par la face inférieure plus plane et des pétales plus développés (n° 17).

Dans toute cette série de formes, d'*Ech. Archiaci* à *Ech. Blainvillei,* on trouve des caractères communs qui définissent une série évolutive : périprocte à floscelle, apex excentrique en avant, test plus ou moins déclive au niveau de l'ambulacre antérieur, interambulacre postérieur formant rostre, plus ou moins bombé.

Tout se passe comme si l'espèce souche Ech. Archiaci *ne pouvait varier que selon un nombre limité de directions. Elle se serait engagée successivement dans chacune d'elles en présentant chaque fois une phase évolutive caractérisée par une explosion de formes différenciées aboutissant à des impasses.*

La série évolutive qui part d'*Ech. Archiaci* peut être représentée par le schéma de la figure 29.

La forme *A* d'*Ech. Archiaci,* venant de Saint-Palais, entre

dans une phase évolutive à Blaye et aboutit à des formes différenciées bien caractérisées par l'exagération du caractère spécifique dominant, la tendance à l'élévation du test.

La forme *B* arrive sans modification à l'Eocène supérieur. Sur les rivages de la mer du *Calcaire de Saint-Yzans,* elle entre à son tour en évolution en donnant des formes nouvelles exprimant chacune l'action prépondérante de l'un des caractères du type spécifique. Les formes globuleuses, représentant la tendance à l'élévation du test, B^3, sont ainsi beaucoup plus voisines de *A* que de *B*.

La troisième direction de l'évolution, représentée par les formes basses *C,* est restée en quelque sorte à l'état latent pendant tout l'Eocène moyen et le début de l'Eocène supérieur. Elle entre dans une phase active durant l'Eocène supérieur et l'Oligocène.

Le caractère dominant du type *C* se retrouve dans B^6 de telle sorte que cette dernière forme est beaucoup plus près de *C* que de B^1. Entre B^6 et B^4, qui existent cependant dans la même couche, les différences sont extrêmes (pl. VII *bis,* n°s 17 et 15).

Il arrive que certains *Ech. Blainvillei* semblent les héritiers immédiats de *C*. Ceci explique que plusieurs auteurs aient vu l'espèce de l'Oligocène dans certaines formes de Blaye et de Saint-Palais et que, primitivement, l'*Ech. Archiaci* de Saint-Palais ait été considéré, par D'ARCHIAC, comme une variété de l'*Ech. subsimilis* (= *Ech. Blainvillei*) de l'Oligocène. DELBOS, en 1847, avait également cité *Ech. subsimilis* à Saint-Palais.

Les formes basses et allongées, à rostre atténué et apex moins excentrique en avant, ont été séparées d'*Ech. Archiaci* pour former une espèce distincte, *Ech. Falloti.* C'est une espèce de transition à caractères fuyants dont certains échantillons ne se distinguent pas d'*Ech. burdigalensis.*

C'est de ces formes allongées de Couquèques que paraît dériver *Ech. ovalis.*

Nous verrons que cette dernière espèce entre dans une phase évolutive à la fin de l'Eocène supérieur et aboutit à une série de formes parallèles à celles de l'*Ech. lesparrensis* du début de l'Eocène supérieur (pl. VII et VII *bis,* n°s 19, 20, 21).

On trouve des types allongés et rostrés qui se rapprochent de la forme allongée et rostrée d'*Ech. Archiaci* et d'autres globuleuses qui sont plus voisines des formes extrêmes d'*Ech. lesparrensis* et d'*Ech. blaviensis* que d'*Ech. ovalis.*

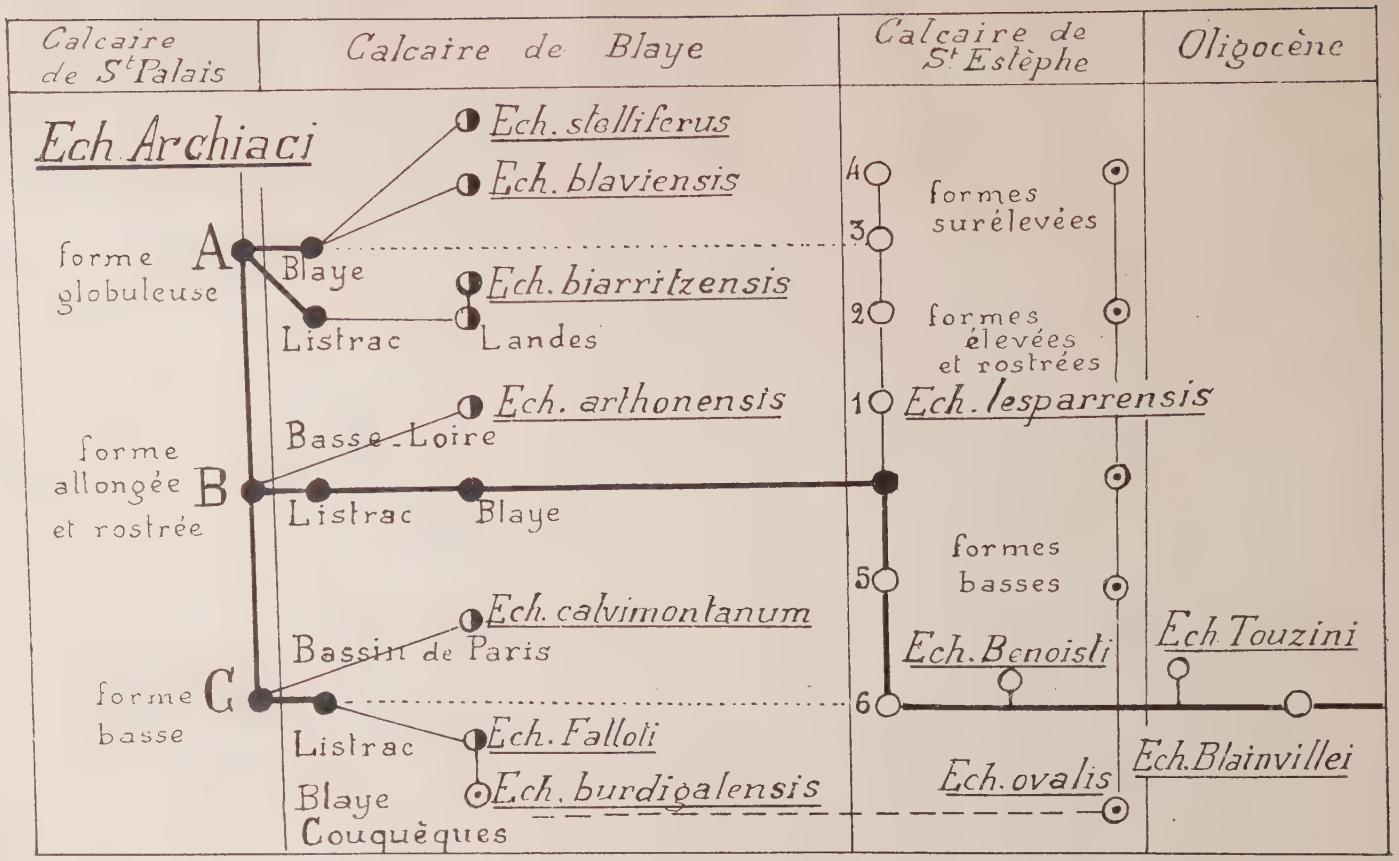


FIG. 29. — La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Echinolampas Archiaci* ●
(Commentaire dans le texte.)

Il y a là un exemple remarquable du retour à des caractères ancestraux et un parallélisme de formes dû à une reprise momentanée des directions des variations que chaque forme avait conservées à l'état latent.

Echinolampas dorsalis

(Planche VIII)

Ech. dorsalis ne présente aucun rapport direct avec les autres espèces d'*Echinolampas* de l'Aquitaine. A Couquèques, on rencontre la forme plate de Saint-Palais (n° 2), principalement dans l'assise 2e des carrières du groupe *A*. Au Moulin de Brion, les individus sont plus épais et de grande taille (fig. 1). Dans le facies argileux de la carrière 3 on trouve une forme plus allongée dont le type extrême, subcylindrique et bombé sur les deux faces (nos 8, 9), s'éloigne beaucoup du type normal. On observe cependant toutes les formes de passage (nos 4, 5, 6).

On rencontre encore dans la partie inférieure du *Calcaire de Saint-Estèphe*, à Saint-Seurin-de-Cadourne, une forme allongée, avec la face supérieure plane, les pétales à fleur de test, le péristome sans floscelle et les pores génitaux légèrement ovales. Ce sont là les caractères d'*Echinolampas dorsalis*.

La forme élevée et allongée de la couche argileuse de la carrière 3, qui conserve dans un niveau postérieur les caractères secondaires acquis dans cette couche, doit être considérée comme une variété : *Ech. dorsalis* var. *brionensis*.

A Saint-Palais, les formes basses dominent. Mais c'est à Couquèques que l'espèce prend le plus beau développement : la riche faune de Mollusques qui l'accompagne montre qu'elle vivait sur une bordure littorale.

Ech. dorsalis n'est connu à Peyrelevade que par deux exemplaires de la forme élevée de Couquèques.

Echinolampas Cotteaui

Par *Ech. Cotteaui* nous entendons les formes allongées de Saint-Palais, désignées successivement par *Ech. politus* Lmk., *Ech. ellipsoidalis* d'Arch., *Ech. politus* Cott., *Ech. Cotteaui* Lamb. L'important est de retenir qu'il s'agit toujours des mêmes individus qui se rapprochent d'*Ech. Archiaci* par la forme rostrée de l'interambulacre postérieur et qui ne se distinguent d'*Ech. ellipsoidalis* des Landes et de Biarritz que par l'apex moins excentrique en avant.

M. Lambert écrit de l'espèce de Saint-Palais : « C'est une forme encore voisine de *Ech. dorsalis*, mais de plus petite taille, moins

déprimée en dessus, surtout plus étroite, plus allongée, plus subcylindrique... COTTEAU avait malheureusement négligé de comparer ces deux espèces dont l'une *Ech. Cotteaui* est trop voisine de l'autre *Ech. Heberti* du Cotentin, pour ne pas descendre d'une souche commune si elle n'est pas un simple dérivé de l'*Ech. dorsalis* ».

L'espèce du Cotentin en effet, particulièrement proche d'une variété de Couquèques d'*Ech. dorsalis,* pourrait être considérée comme une race représentative de cette dernière espèce.

A Saint-Palais, M. CASTEX distingue des formes allongées qu'il sépare d'*Ech. Cotteaui* pour en faire une espèce nouvelle, *Ech. Peyroti,* voisine de celle des Landes, *Ech. ellipsoidalis.* Le rapprochement est justifié : il est très probable que toutes ces formes se rattachent à une même série évolutive.

Echinolampas burdigalensis AGASSIZ, 1840
(Planche IX)

Cette espèce représente pour nous, comme pour M. LAMBERT : *Ech. affinis* de DESMOULINS (1837) et de LORIOL (1876), *Ech. similis* d'AGASSIZ et DESOR (1847), de COTTEAU (1840), de LAMBERT (1912), de LAMBERT et THIERRY (1921) et *Ech. girondicus* de MATHERON (1876), LAMBERT et THIERRY (1921).

Dans la description du *Calcaire de Couquèques* nous avons montré que cette espèce présente de nombreuses variations morphologiques. A côté du type de l'espèce (A) nous avions distingué des formes allongées et épaisses (B), circulaires et basses (C), pentagonales (D) et élevées (E).

Rencontrées dans des gisements éloignés, ces différences de forme auraient pu justifier la création d'espèces différentes.

Mais on ne peut donner à ces types la valeur d'espèces ni même de variétés distinctes. Plusieurs raisons s'y opposent : on rencontre d'abord de l'un à l'autre toutes les formes de passage; en second lieu, on constate que les individus jeunes, jusqu'à un développement avancé, ne présentent aucune des différenciations adultes; enfin, des récoltes attentives en des points voisins, mais dans des facies différents, permettent de voir que ces différences de forme sont liées aux caractères lithologiques des couches.

Les individus allongés et petits de la carrière 3 se trouvent dans une couche argileuse dont les Mollusques et les débris de Polypiers roulés indiquent des eaux agitées (n°s 7 et 8).

Les grands échantillons circulaires et de grande taille *C,* sont cantonnés dans une assise de marne blanche miliolitique, qui semble s'être déposée sous des eaux calmes (n°s 1 et 2).

La forme à contour subpentagonal, qui arrive à avoir le test renflé et les ambulacres saillants comme *Ech. stelliferus* (n° 5), est

propre au banc à Polypiers de Canterane. Les couches qui renferment les différentes formes sont contemporaines.

A Blaye, à la carrière de l'Octroi, dans une assise argilo-calcaire, l'*Ech. burdigalensis* présente une forme très constante, basse et à longs ambulacres largement ouverts.

A la Cave l'espèce est de plus petite taille et plus élevée.

A côté de ces variations de directions déterminées, on trouve de nombreuses formes aberrantes très éloignées du type normal.

Ech. burdigalensis est par conséquent une espèce plastique possédant des variations morphologiques très étendues dont la connaissance est très importante pour la stratigraphie et pour la constitution de la notion d'espèce.

On trouve à Saint-Palais et à Listrac des *Echinolampas* allongés que M. Lambert rapporte à *Ech. burdigalensis.*

M. Castex fait remarquer qu'ils se séparent de cette dernière espèce par des caractères secondaires constants : forme plus étroite, bords épais, interambulacre postérieur légèrement rostré, ambulacres pétaloïdes et relativement courts. Il propose pour ces formes le maintien d'*Ech. Falloti* créé pour quelques individus identiques de Blaye. Il paraît juste de réunir ces opinions différentes et de considérer cette dernière espèce comme une variété. *Ech. Falloti,* voisin de *Ech. burdigalensis,* se place entre cette dernière espèce et *Ech. Archiaci.* A Saint-Palais, où il est rare, et à Listrac, où il est plus commun, il se sépare difficilement des formes basses d'*Ech. Archiaci.*

Genre Echinodiscus

(Planche X)

On avait d'abord distingué dans le *Calcaire de Blaye* trois espèces : *Ech. tenuissima* (*Scutella tenuissima* Agassiz), *Ech. Degrangei* (*Præscutella Degrangei* Cott.) et *Ech. marginalis* (*Scutella marginalis* Desmoulins).

MM. Lambert et Castex sont d'accord pour ramener ces trois espèces à une espèce unique, *Ech. marginalis,* la plus commune et la plus caractéristique du *Calcaire de Blaye.* On la trouve dans les forages et dans tous les affleurements.

A Blaye, l'espèce présente déjà une grande variété, depuis la forme à bourrelet marginal très épais jusqu'à celle à bord tranchant. Cette dernière domine à Listrac, Saint-Palais et Pédelail; elle persiste le plus longtemps car on la trouve seule à Couquèques avec les premiers *Sismondia intermedia* dans l'assise de passage du *Calcaire de Blaye* à la couche à *O. cucullaris;* elle peut être considérée pour ces raisons comme le type de l'espèce.

A Couquèques *Ech. marginalis* présente un polymorphisme bien plus grand qu'à Blaye.

Des coupes nombreuses, parallèles aux faces, dans des séries d'individus de toutes les formes et de tous les âges, révèlent deux types d'organisation interne que nous avons décrits dans notre note de 1931 [179].

Type A : Formes basses à bords minces ou renflés en bourrelet.

Système cloisonnaire compliqué (I, II, III, IV, V, fig. 29 *bis*).

Cloisons radiales développées et complétées par des cloisons radiales secondaires plus courtes.

Cloisons concentriques nombreuses, de deux à cinq par cloison radiale, plus ramifiées et anastomosées dans les interambulacres postérieurs; système cloisonnaire des interambulacres ne laissant entre eux qu'un mince intervalle.

Type B : Formes hautes à bords épais.

Système cloisonnaire simple (VI, VII, VIII, fig. 29 *bis*).

Cloisons radiales simples, plus courtes que la moitié de la distance du bord à l'apex.

Cloisons concentriques : une cloison simple, non ramifiée dans les interambulacres antérieurs; une ou deux cloisons concentriques dans les interambulacres postérieurs; système cloisonnaire des interambulacres laissant entre eux un intervalle assez grand.

Le type *A* présente une grande homogénéité; la forme et l'aplatissement plus ou moins grand des bords ont seulement pour résultat de multiplier ou de réduire le nombre des anastomoses, mais ne modifient pas la distribution des cloisons. Il réunit les formes I (*Ech. marginalis,* n°s 1, 2, 4), II (*Ech. tenuissima,* n° 5), III (*Pr. Degrangei,* n° 3), IV et V, de Blaye, Couquèques, Saint-Palais, Listrac et Pédelail. On doit y joindre également *Præscutella Caillaudi* de la Basse-Loire dont le système cloisonnaire est exactement celui de l'ancien *Pr. Degrangei* (III).

Le type *B* réunit des formes épaisses dans lesquelles la réduction progressive du système cloisonnaire est liée à des modifications morphologiques importantes. Dans le type moyen, très commun dans la carrière 3 (VI, fig. 29 *bis*), les cloisons concentriques sont légèrement ramifiées à leur extrémité et multiples dans l'interambulacre postérieur (n°s 7, 8, 9).

Au Moulin de Brion, on trouve des formes de plus grande taille, à face supérieure régulièrement renflée et à face inférieure concave. Les cloisons sont simples sauf dans la partie postérieure qui est moins épaisse. Cette forme (schéma VII) possède des caractères assez constants; on la retrouve avec *Ech. dorsalis* au sommet des carrières 2 et 3 (n°s 10 et 11).

Enfin, une plus grande réduction du système cloisonnaire est réalisée dans une forme bien caractérisée qui se rencontre en abon-

dance dans la carrière 3. Ses caractères sont les suivants : contour circulaire ou ovalaire, face supérieure presque plane, face inférieure déprimée au centre autour du péristome, cloisons radiales très courtes, cloisons concentriques simples dans les interambulacres pairs et partant de l'extrémité des cloisons radiales. Cette forme ressemble à un *Sismondia* (n°s 12, 13, 14, 15, 16, 17).

En résumé, les types VI, VII et VIII ont des caractères communs qui les distinguent d'*Ech. marginalis* (formes I, II, III, IV, V). On peut donc les considérer comme espèce distincte : *Echinodiscus medulensis nov. sp.* (VI). Les formes VII et VIII peuvent en être séparées, avec la signification de variétés : *Ech. medulensis* var. *brionensis* (VII) et *Ech. medulensis* var. *Neuvillei* (VIII).

M. Lambert pense même que les différences morphologiques sont assez importantes pour élever les formes VII et VIII au rang d'espèces. « Votre *Ech. brionensis*, écrit-il, ne saurait être confondu avec *Ech. marginalis* en raison de la forme de ses bords et de ses pétales moins larges et plus effilés. Ses cloisons ne permettent d'ailleurs pas de le rapporter soit à ce dernier, soit à *Ech. Degrangei*. Votre *Ech. Neuvillei*, avec sa physionomie générale de *Sismondia*, se distingue facilement par sa face ovale subconcave, sa face supérieure presque plane, l'épaisseur de ses bords, surtout la forme et la dimension de ses pétales. » (Note inéd., novembre 1931.)

Cette interprétation s'impose en effet dès que l'on donne à un certain nombre de différences morphologiques la signification de caractères spécifiques. Mais on peut admettre aussi que certaines espèces très plastiques présentent des variations morphologiques étendues, en rapport avec les différences des milieux biologiques où elles vivaient.

Tel semble être le cas d'*Echinodiscus marginalis* et d'*Ech. medulensis*.

1° Tous les gisements renfermant ces différentes formes se trouvent dans des couches contemporaines, mais de facies différent.

2° Entre les différents types on rencontre de nombreuses formes de passage.

3° Dans les gisements qui renferment une forme bien caractérisée, les autres manquent et les différentes espèces d'Echinides sont frappées de modifications morphologiques du même ordre : réduction ou exagération de la taille, abaissement ou élévation du test, etc.

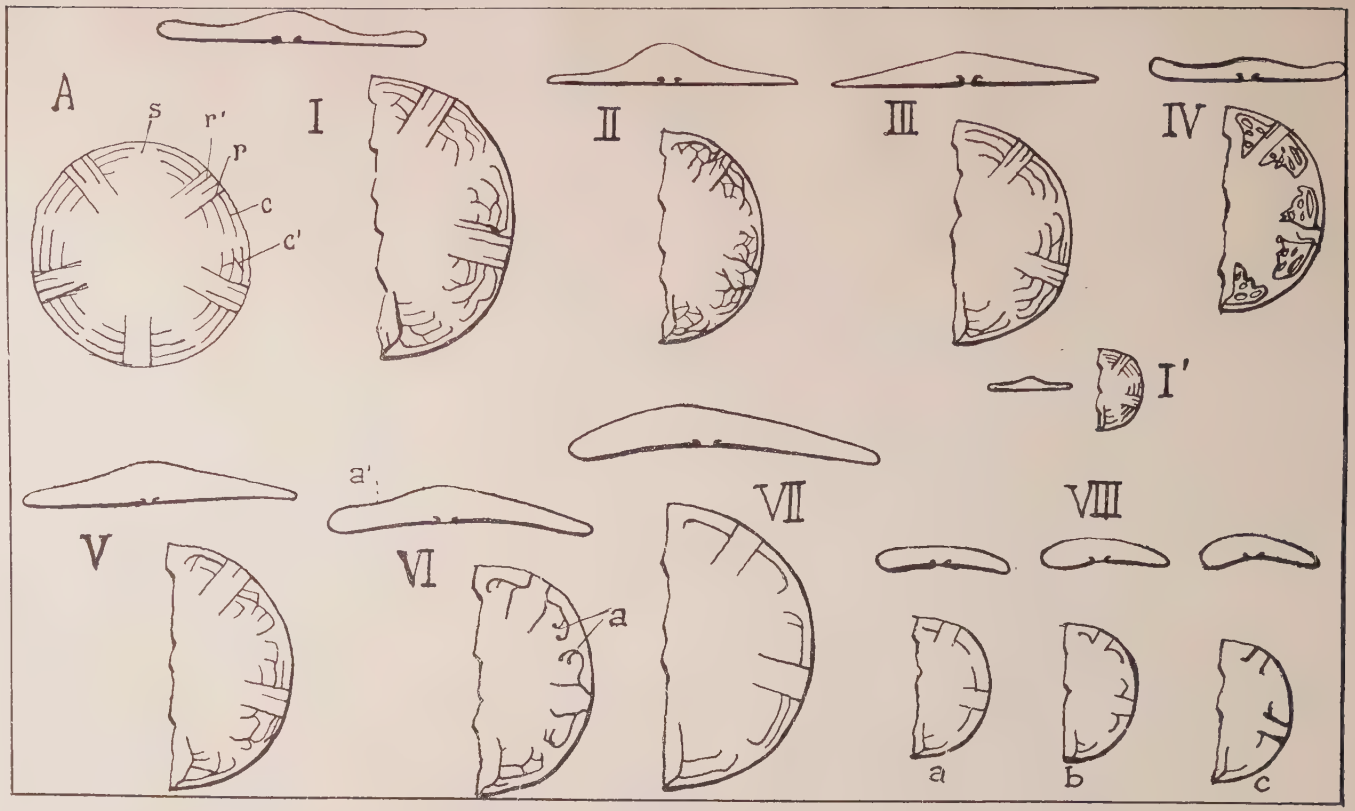


FIG. 29 *bis*. — Variations morphologiques du système cloisonnaire des *Echinodiscus* du Calcaire de Couquèques.

A : schéma général. — I : *Echinodiscus marginalis;* I', *Ech. marginalis* stade jeune; II, type var. *tenuissima;* III, type *Præsculella Degrangei;* IV, forme très basse à bords relevés; V, forme épaisse; VI, *Ech. medulensis;* VII, *Ech. med.* var. *brionensis;* VIII, *Ech. med.* var. *Neuvillei.*

4° Les relations constantes qui existent entre les modifications du système cloisonnaire et les variations de la morphologie externe, expliquent l'apparition et l'exagération des caractères différentiels secondaires qui semblent légitimer la constitution d'espèces nouvelles.

Toutes les coupes d'individus montrent, en effet, que la réduction du squelette interne est proportionnelle à l'élévation du test et à la courbure des faces : système cloisonnaire, courbure des faces et épaisseur des bords sont trois facteurs d'un équilibre mécanique en étroite interdépendance; des modifications dans l'un des termes entraînent des changements correspondants dans les deux autres.

Au type plat, dans lequel les pressions s'exercent verticalement avec un minimum de transmission par des courbures, correspondent de nombreux piliers de soutien. Au type haut, dans lequel les pressions se transmettent tangentiellement, selon des courbures, correspond le mode de soutien de la voûte, par des arcs radiants; plus celle-ci précise sa forme, plus le rôle des cloisons concentriques diminue (types VII et VIII).

Le système cloisonnaire est toujours renforcé dans la partie postérieure qui est plus mince; les apophyses en piliers *a* du type VI correspondent à une dépression de la face supérieure du test; dans le type IV, plat, chaque interambulacre montre, à la place des cloisons, un épaississement qui rappelle le squelette interne du genre *Scutella* (n° 6).

La sédimentation variée et la constitution de milieux biologiques particuliers, en agissant sur le développement des individus, produisirent des types différents par leur forme extérieure et leur système cloisonnaire.

Ainsi s'expliquent les relations qu'on observe entre les facies, les différentes formes et l'organisation interne. Il est probable qu'on se trouve dans tous les cas en présence de simples variations adaptives sans aucune signification spécifique.

Malgré le grand nombre de faits concordants qui justifien cette interprétation nous conserverons cependant les distinctions que nous avons établies, cela pour deux raisons :

1° Il n'est pas certain que les modifications adaptives possèdent toutes la signification de variations somatiques. Certaines ont pu consister en véritables mutations. Des conditions biologiques particulières purent en effet favoriser certaines « lignées » à l'exclusion des autres. L'existence de ces « mutants », variétés ou espèces, aurait été éphémère et serait

restée liée au milieu particulier qui les avait produits. Des phénomènes d'hybridation auraient en même temps créé les types intermédiaires qui semblent constituer des « formes de passage ». Les faits se trouveraient ainsi expliqués aussi bien que par de simples modifications adaptatives.

2° Dans une classification et une liste d'espèces d'Echinides établies principalement d'après des caractères tirés de la morphologie externe on ne peut introduire d'autres espèces qui auraient été établies selon des règles différentes.

On ne comprendrait pas, par exemple, que la forme *Neuvillei* d'*Echinodiscus marginalis* ne fût pas distinguée de cette espèce alors qu'on maintiendrait *Præscutella Caillaudi* qui en est très rapprochée.

C'est avec ces réserves que nous distinguons à Couquèques :

Ech. marginalis Desm. (I, II, III, IV) (n°s 1 à 6) ;

Ech. medulensis nov. sp. (VI) (n°s 7, 8, 9) ;

Ech. medulensis var. *brionensis* (VII) (n°s 10 et 11) ;

Ech. medulensis var. *Neuvillei* (VIII) (n°s 12 à 17) ;

Avec la même signification on peut retenir :

Ech. marginalis var. *Caillaudi* (de la Basse-Loire) (III) ;

Ech. medulensis var. *Dubaleni* (de Pédelail) (VIII).

En donnant à ces formes extrêmes de la Gironde et des autres bassins limitrophes la même signification, nous avons voulu exprimer la parité des phénomènes, soit qu'il s'agisse de simples variations somatiques, soit de véritables mutations rendues visibles par l'isolement relatif ou complet d'une espèce élémentaire dans un milieu biologique ou géographique.

Comment faut-il comprendre l'*Echinodiscus* à pores génitaux hors de l'apex, rapporté par M. Lambert au genre *Peronella* ? Le caractère distinctif essentiel, la migration des pores génitaux hors de l'apex, est soumis à des variations importantes. Tantôt, et c'est le cas le plus général, les pores génitaux sont à 1 mm. environ de la plaque apicale; tantôt la paire postérieure seule émigre à une plus grande distance dans les ambulacres; tantôt, enfin, ils s'éloignent de 2, 3, 4 et 5 millimètres de l'apex.

Tous les individus qui ont les pores génitaux hors de l'apex ont le bord épais, la face supérieure bombée, l'apex excentrique en avant, et la face inférieure concave. Dans un échantillon, nous avons observé des sillons radiaires nets. Le système cloisonnaire est toujours simple et comporte seulement une cloison concentrique assez près du bord et non ramifiée. Les tubercules sur la face orale sont légèrement plus gros et plus espacés que dans *Echinodiscus* typique. Les individus de grande taille montrent un bord irrégulier

plus épais au niveau des ambulacres et un plus grand écartement des pores génitaux.

Au total, cette forme peut toujours être distinguée au premier aspect des autres formes d'*Ech. marginalis* et d'*Ech. medulensis;* on doit admettre qu'elle appartient à *Peronella,* sous-genre de *Laganum,* créé par Gray en 1885.

Nous appellerons l'espèce de Couquèques *Peronella canteranensis nov. sp.* (de Canterane, hameau auprès duquel se trouve le gisement (pl. X, n°s 18, 19, 20, 21).

Sismondia intermedia *nov. sp.*

(Planche XI)

Cette désignation s'applique au *Sismondia* qu'on trouve à Couquèques, à Listrac et à Pédelail dans la couche qui surmonte immédiatement la dernière assise du *Calcaire de Blaye,* représentée par un banc à *Mytilus.*

Ce *Sismondia* avait déjà été rencontré par certains auteurs dans différents gisements, soit sous le nom de *S. occitana,* soit sous d'autres noms.

M. Castex [103, p. 20] écrit au sujet d'un individu de Pédelail du Musée Dubalen à Mont-de-Marsan :

« Il s'agit d'un exemplaire dont le contour rappelle celui de *Sismondia occitana....* l'individu de Horsarieu est toutefois plus allongé et moins épais. Il s'agit d'une forme *intermédiaire* entre *S. Archiaci* et *S. occitana...; S. Archiaci* de Saint-Palais est plus rétréci en avant, plus plat et a son périprocte un peu plus rapproché du bord. »

Nous avons trouvé depuis, à Pédelail, *une douzaine d'individus absolument identiques à ceux de Couquèques.*

Dans la Basse-Loire, l'espèce, qui se trouve indiscutablement à Cambon, fut rapportée par Matheron, en 1867, à *Sismondia occitana.*

Vasseur, en 1884 [311, p. 209], écrit à ce sujet : « Le *Sismondia* cité par Matheron est en effet voisin de l'*occitana,* mais M. Cotteau l'en a formellement distingué sous le nom de *S. Caillaudi.* » Cotteau revint par la suite à l'opinion de Matheron pour un individu de la couche supérieure (Musée de Nantes).

M. Lambert, au contraire, conserve l'interprétation de Vasseur au sujet de l'unique individu franchement Lutétien de Cambon. « Sa taille, sa forme, surtout la position plus excentrique de son périprocte, écrit-il, ne me paraissent pas s'accorder avec la réunion à *S. occitana* proposée par Cotteau. » (Note inéd., décembre 1933.)

Le même sort est arrivé aux rares individus rencontrés dans l'Eocène de la Manche, à Valogne et à Sainte-Colombe, que Cotteau rapportait à *S. occitana.* Mais l'auteur avait auparavant décrit, de

Hauteville, une autre espèce, *S. altavillensis* : « Cette espèce se rapproche par plusieurs caractères de *Sismondia occitana;* elle s'en distingue cependant par sa forme moins pentagonale, par sa face supérieure moins épaisse, par sa face inférieure plus concave, par ses aires ambulacraires moins pétaloïdes et circonscrites par des zones porifères plus droites, plus divergentes à l'extrémité, par son périprocte plus ovale et plus rapproché du bord postérieur. » *Ce sont là exactement les caractères de l'espèce de Couquèques.* Le polymorphisme de celle-ci explique, d'une part, la communauté de vues qui rapproche Vasseur, Cotteau, MM. Castex et Lambert, quand ils recherchent les caractères spécifiques des formes, et les différences de leurs interprétations. Ces auteurs n'ayant eu que de rares exemplaires à examiner n'ont pu distinguer les variations individuelles des véritables caractères spécifiques.

De même, nous avions d'abord rapporté à *S. Caillaudi* un des deux exemplaires trouvés à Listrac, en raison de son périprocte situé près du bord, et à *S. altavillensis* un exemplaire de Couquèques à périprocte ovale. Mais nous avons, par la suite, découvert, près de cette localité, des gisements d'une extrême richesse qui nous ont permis d'examiner plus d'un millier d'individus. *Nous avons vu alors que les variations de forme et de position du périprocte avaient la signification de variations individuelles.*

La description sommaire de l'espèce de Couquèques va le montrer.

a) *Formes jeunes.* — *1er type :* forme ovale, allongée, face supérieure légèrement bombée, face inférieure presque plane, périprocte situé au tiers environ de la distance du bord au péristome.

Jusqu'à la taille de 6 millimètres cette forme, par son aspect extérieur, se distingue difficilement de *Fibularia Lorioli* et de *Sismondia Archiaci* jeune (nos 9, 10).

2e type : forme pentagonale, plate sur les deux faces, souvent allongée, face inférieure plane (nos 20, 21).

Ces deux types se séparent nettement de *S. occitana* dont les formes jeunes sont toutes épaisses. A Couquèques, dans les deux couches qui sont en contact au monticule *m* (fig. 19, coupe 4), l'opposition tranchée entre les formes jeunes des deux espèces fait penser qu'il n'y a pas eu évolution sur place et qu'une lacune existe entre les deux couches.

b) *Formes adultes.* — *1er type :* forme plate et présentant l'aspect d'un *Echinodiscus,* grande taille, atteignant 35 à 40 millimètres de diamètre antéro-postérieur, face supérieure légèrement bombée, avec cinq dépressions sur les bords au niveau des interambulacres, face inférieure presque plane, légèrement concave, périprocte plus rapproché du bord postérieur que du péristome (nos 1 à 7).

2e type : forme épaisse, pentagonale mais à contours adoucis, taille moindre que le type précédent, 25 à 30 millimètres, face supé-

rieure plane, face inférieure renflée près des bords avec le péristome dans une dépression, périprocte arrivant à près de la moitié de la distance du bord au péristome (n°s 11 à 19).

Les formes extrêmes de ce type ont tout à fait la forme de S. occitana. Les pétales sont cependant plus étroits et plus largement ouverts à l'extrémité et le test reste plus mince que chez *S. occitana* typique.

c) *Formes spéciales. — 1° Pores génitaux :* généralement placés sur le bord de la plaque apicale, ils sont quelquefois sur la plaque elle-même; dans deux exemplaires ils ont émigré hors de l'apex; 5 individus présentent 5 pores génitaux et 2 seulement 3.

2° Périprocte : type *S. Caillaudi,* périprocte près du bord, 8 exemplaires; type *S. altavillensis :* périprocte ovale, 5 exemplaires.

3° Cloisons radiales : minces, plus longues et non divergentes dans les formes plates, et sans empâtements basilaires réguliers comme dans *Sismondia occitana;* mais un ou deux de ces empâtements peuvent se développer et constituer des apophyses latérales jouant le même rôle de soutien que les cloisons concentriques d'*Echinodiscus.*

On peut représenter la répartition du *Sismondia* de l'Eocène moyen de la manière suivante :

S. Archiaci (Saint-Palais)	Cotentin	*S. altavillensis* de Cotteau.
	Basse-Loire . .	*S. Caillaudi* de Cotteau.
		S. occitana de Matheron.
	Gironde	*S. intermedia nov. sp.*
	Landes	*S. occitana* var. *de Horsarieu* de Castex.

Les deux premières espèces sont comprises dans les limites des variations individuelles de l'espèce de Couquèques; elles n'en sont, à vrai dire, que des espèces représentatives, des races locales ou des variétés ayant dû vivre sur les rivages d'une même mer; elles présentent pour cette raison, au point de vue évolutif, les mêmes caractères spécifiques entre *S. Archiaci* et *S. occitana.*

Ne pouvant faire rentrer l'espèce de Couquèques dans les deux espèces précédentes en raison de la richesse de ses formes qui débordent les caractères des types déjà figurés, nous lui donnons une nouvelle désignation. Mais dans notre pensée S. intermedia *englobe les formes du Cotentin et de la Basse-Loire, décrites sous le nom de* S. altavillensis *et* S. Caillaudi.

Nous ne maintenons ces dernières formes au rang d'espèces qu'au titre de formes présentant d'une manière constante des caractères secondaires que manifestent des individus de Couquèques à côté des véritables caractères spécifiques.

Mais il y aurait en définitive intérêt, au point de vue stratigraphique, à réunir toutes ces formes voisines du Cotentin, de la Basse-Loire, de la Gironde et des Landes.

Hebertia Gacheti

Il s'agit de l'espèce désignée d'abord par *Echinus Gacheti* Desm., 1837, de laquelle Agassiz sépara en 1846 un exemplaire de Blaye figuré par Desor en 1855, p. xvi du *Synopsis*, puis par Cotteau, sous le nom d'*Echinopedina Gacheti* Cott., 1866 (pl. 351, *Pal. Fr.*).

M. Lambert, faisant une étude critique de l'espèce (*Révision*, 1re partie, 1912, p. 18-24), lui donna la désignation : *Hebertia* (Michelin, 1859), *Gacheti* (Desm., 1837).

Mais ce n'est point là la dernière solution de l'auteur. Ses derniers travaux l'ont conduit à enlever aux crénelures des tubercules des Echinides réguliers toute signification générique et même spécifique. L'écart qui séparait les genres *Echinopsis* et *Hebertia* se trouve donc considérablement réduit. Pour cette raison, M. Lambert a été conduit à reprendre l'examen de l'espèce de Blaye (Note inéd., décembre 1933).

Il écrit : « Longtemps connu par le type du moule Y-12, *Hebertia Gacheti* a été assez mal figuré par Cotteau à la planche 351 *(Pal. F.)*, mais on en peut voir le type au Musée de Bordeaux; M. Neuville et moi avons d'ailleurs retrouvé l'espèce à Blaye.

« A côté de ces deux espèces, *Hebertia Gacheti*, caractérisé par ses zones porifères à série dédoublée, et *Echinopsis elegans* à pores en série simple, on rencontre à Blaye un autre *Echinopsis*. C'est celui figuré par Cotteau à sa planche 359. Il diffère nettement de *H. Gacheti* par ses pores non dédoublés, mais simplement en arc devant le tubercule; aussi Cotteau en avait-il fait une simple variété de *Ech. elegans*. Mais je ne puis admettre ce rapprochement en raison de ses pores en série moins droite et surtout de la disposition très différente de ses granules dans les aires interambulacraires. Chez lui, chaque plaque, au lieu d'être uniformément granuleuse, reste nue près de la suture médiane et sur la portion adorale. »

Il y aurait donc eu à Blaye deux espèces présentant entre elles de faibles différences. « La diagnose du genre *Hebertia*, écrit M. Lambert, présente avec celle, primitive, d'*Echinopsis* une quasi-identité. » (*Révision*, p. 23.) *Hebertia Gacheti* possède en propre des tubercules lisses et une zone ambulacraire à pores pseudotrigéminés.

Le premier caractère, on l'a vu, ne peut pas être retenu pour établir une distinction spécifique. *Quant au second, il s'évanouit quand on compare un grand nombre d'individus.* M. Lambert avait déjà signalé que l'on passe « des pores simples de certains individus aux pores nettement pseudotrigéminés du type. » (*Revision*, p. 21.)

Les formes hautes ont une zone porifère simplement onduleuse; les formes les plus basses ont les pores en arc devant chaque tubercule; enfin, dans les types extrêmes, subrotulaires, cet arc s'accentue et donne des pores pseudotrigéminés. *Il s'agit toujours de la même espèce : les modifications de la zone porifère sont de l'ordre des variations individuelles.*

Les types de Blaye qui avaient été séparés pour être placés dans le genre *Hebertia* doivent être par conséquent maintenus dans le genre *Echinopsis.*

M. Lambert ayant repris l'examen des différentes formes de Blaye accepte cette conclusion (Note inéd., décembre 1936). Il pense également que la petite forme désignée par *Echinopsis Degrangei* n'est que le stade jeune de l'espèce d'*Echinopsis* de Blaye.

Le problème posé à Blaye pour les genres *Hebertia* et *Echinopsis* se retrouve à Saint-Palais. Les solutions relatives à ce gisement ont cependant été différentes car on n'a disposé que d'échantillons peu nombreux et mal conservés.

On trouve au point de départ le *Psammechinus Orbignyi* ramené par Cotteau à *Gagaria Orbignyi* Cott., 1883, lequel devient en 1902 avec M. Lambert, *Leiopleurus Orbignyi* Lamb., 1902, maintenu sous ce nom dans sa *Revision.* L'auteur cite, à côté, *Echinopsis meridianensis* Cott., 1863. Mais en 1914, MM. Lambert et Thierry remplacent le genre *Leiopleurus* par le genre *Hebertia.*

C'est avec cette nouvelle désignation *Hebertia Orbignyi* Cott., 1883 que M. Lambert fait figurer l'espèce dans sa *Révision des Echinides de la Catalogne.* Mais, ayant de nouveau étudié le type de Saint-Palais qui se trouve au Muséum, il en donne une nouvelle description : « Forme généralement subrotulaire, pores non en ligne simple, ni bigéminés, mais en arc devant chaque tubercule; plaque ambulacraire ayant une petite partie unie près de la suture médiane et adorale. » (Note inéd., décembre 1934.)

Ce sont là les deux caractères de l'espèce de Blaye. Nous les avons retrouvés sur des fragments recueillis dans le gisement de Terre-Nègre (Saint-Palais).

Mais on avait perdu de vue que ces différents noms des espèces de Saint-Palais s'appliquaient aux formes du Nummulitique de Royan qui avaient d'abord été décrites par Agassiz en 1840 et 1846, sous le nom d'*Echinopsis elegans* et *Echinopsis Gacheti.*

On revient ainsi pour Saint-Palais comme pour Blaye à la solution des premiers auteurs.

L'espèce unique de Saint-Palais et de Blaye se trouve désignée pour la première fois en tant qu'espèce par DESMOULINS *en 1837 et en tant que genre par* AGASSIZ *en 1840.* Elle doit donc prendre le nom d'*Echinopsis* (AGASSIZ, 1840) *Gacheti* (DESM., 1837).

L'espèce a été figurée pour la première fois par DESOR en 1855 (pl. XVI, fig. 7) et pour la dernière fois par M. LAMBERT en 1912 (*Révision*, pl. I, fig. 5, 6, 8, 9). On peut considérer que la figuration la plus précise a été donnée par COTTEAU [113] dans les planches 339 et 351.

Brissoides Croizieri

(Planche XII, n°s 7 et 8)

M. LAMBERT distinguait à Blaye trois espèces de *Brissoides : B. Croizieri, B. Rozieri* et *B. Degrangei.* Nous avons pu observer de nombreux individus de Blaye, Couquèques, Saint-Palais et Saint-Nicolas. Leur comparaison montre que les distinctions établies d'après les individus isolés ne peuvent pas être maintenues. Il s'agit d'une seule espèce, *Br. Croizieri,* présentant des variations étendues. M. LAMBERT admet aujourd'hui cette interprétation. Il n'en était pas éloigné en 1927 [233, p. 83] lorsqu'il écrivait : « Ces variations sont telles qu'on arrive à se demander si ces trois espèces ne seraient pas de simples variétés, surtout locales, d'un même type. » Il ajoutait : « Dans cette hypothèse on serait conduit à rattacher encore au *Br. Croizieri* la petite espèce catalane que j'ai à faire connaître. » (*Br. carmensis* LAMB., pl. IV, fig. 18, 19.)

Cette assimilation ne doit pas surprendre car M. LAMBERT cite encore en Catalogne *Echinopsis Gacheti* (*Hebertia Gacheti* et *Hebertia Orbignyi,* p. 61) et *Echinolampas Archiaci.*

Comme ces deux espèces, *Brissoides Croizieri* est une espèce à grande répartition géographique; on le trouve en effet dans tous les gisements de la Gironde, à Saint-Palais, et probablement dans la Basse-Loire.

Medocechinus *(Temnopleurus)* Neuvillei LAMB., 1912

(Planche XII)

Le petit Echinide sculpté du *Calcaire de Blaye* fut placé par M. LAMBERT en 1912 dans le genre *Temnopleurus.* De bons échantillons de Couquèques ont permis à M. JEANNET [224] d'en faire une nouvelle étude accompagnée d'une belle figuration.

« Ainsi que MM. FABRE et le Docteur CASTEX, de Bordeaux, l'avaient reconnu, écrit M. JEANNET, l'espèce *Neuvillei* n'est pas un

Temnopleurus, car ses tubercules sont perforés... Chez les quatre exemplaires adultes étudiés par moi, la zone ambulacraire est si particulière que je n'ai pu les attribuer à aucun des genres connus... Nous proposons pour ces sculptés de la Gironde le genre *Medocechinus*... Le type du genre est le *Medocechinus Fabrei nov. sp.* ».

L'étude des variations des lignes de suture des plaques et des fossettes conduit M. Jeannet à distinguer trois autres espèces : *M. Daguini, M. Castexi, M. Neuvillei.*

Il est possible que les distinctions établies par M. Jeannet correspondent à des caractères constants, mais le nombre d'individus examinés est trop petit pour pouvoir l'affirmer.

D'autre part les autres espèces de la Gironde ont été établies d'après des caractères différentiels plus généraux que ceux des espèces de M. Jeannet.

On peut donc considérer que l'espèce de la Gironde a été suffisamment désignée par M. Lambert en 1912 pour lui conserver sa première désignation (n°s 9, 10, 11).

A côté de l'espèce *Medocechinus Neuvillei* Lamb., on peut retenir provisoirement comme variétés *M. Daguini, M. Castexi, M. Fabrei.*

On ne connaît pas assez bien cette espèce pour lui donner une signification stratigraphique. Tout ce qu'on peut dire c'est qu'elle vivait dans la couche à Polypiers du sommet des *Calcaires de Couquèques, de Blaye* et *de Pédelail* (1).

CONCLUSIONS

Répartition des espèces

Le caractère dominant de la faune d'Echinides de l'Eocène moyen est la localisation des espèces. Des espèces, rares dans certains gisements, sont très communes dans d'autres : *Ech. stelliferus* à la Citadelle de Blaye, *Ech. Archiaci* var. *blaviensis* à l'Est de la ville de Blaye, *Schizaster latus* à Couquèques

(1) La planche XII comprend encore trois autres espèces que nous n'étudions pas ici. La première, *Schizaster latus* (n°s 1 et 2) n'a été figurée par Cotteau que d'après un moulage. Elle est très rare à Blaye où elle n'est connue que par deux exemplaires (Coll. de MM. Castex et Neuville). A Couquèques elle est commune et atteint un beau développement.

La seconde espèce, *Schizaster Archiaci* (n°s 3 et 4), se différencie de *Schizaster latus* par ses pétales plus effilés et principalement par son fasciole qui circonscrit les ambulacres en faisant un angle de 45° tandis que cet angle chez *Sch. latus* est toujours voisin de 90°.

Les angles du fasciole péripétale ont une valeur constante; il semble qu'il y ait là un bon caractère spécifique.

Enfin la troisième espèce, *Blaviaster Grossouvrei* (n°s 5, 6) a été créée mais imparfaitement figurée par M. Lambert en 1912. L'espèce est très polymorphe; nous avons retenu le type moyen.

(couche 2 des carrières *A*), *Blaviaster Grossouvrei* à Couquèques (Canterane, c. 2[d]), *Echinolampas dorsalis* à Couquèques (carrières du groupe *A*), *Echinopsis Gacheti* à Segonzac et à Blaye (La Cave), *Medocechinus Neuvillei* à Couquèques (carrières 22 du groupe *C*), *Brissoides Croizieri* à Saint-Nicolas, *Sismondia intermedia* à Couquèques, etc.

La localisation des espèces aboutit à la constitution d'associations très variables dans des terrains du même âge.

Depuis MATHERON, en raison de la discontinuité des gisements, les auteurs ont pensé que cette répartition dans l'espace représentait une succession dans le temps. C'est ainsi qu'ils ont fait, avec les différentes espèces du genre *Echinolampas,* une échelle paléontologique sur laquelle ils ont fondé une stratigraphie du *Calcaire de Blaye.* Celle-ci, nous l'avons vu, ne peut être conservée. *Quant aux Echinides, il faut simplement conclure qu'ils se sont comportés comme des animaux de facies, étroitement soumis aux variations des conditions de vie, et qu'ils ont constitué des associations variables en différents points d'un même rivage où ces conditions variaient selon la profondeur, les courants et la nature des dépôts.*

Distribution verticale des espèces

Il y a d'abord des espèces rares, ou spéciales à certains gisements : *Goniopygus pelagiensis* et *Plagiopygus carentonensis* à Saint-Palais, *Salenia Daleaui, Medocechinus Neuvillei, Cestobrissus Lorioli, Cidaris Belleradei* et *Leiocidaris Oppenheimi* à Blaye. Tant qu'on n'aura pu en faire une étude critique, on ne peut leur accorder de signification stratigraphique.

Les espèces d'Echinides les plus communes se trouvent dans les couches littorales de tous les niveaux du *Calcaire de Blaye (s. l.),* telles *Gualtieria Orbignyi, Brissoides Croizieri, Echinopsis Gacheti, Schizaster Archiaci, Cidaris Lorioli, Fibularia Lorioli, Echinodiscus marginalis, Ech. dorsalis, Ech. Archiaci.*

Seules quelques espèces bien caractérisées n'ont été rencontrées jusqu'ici que dans des couches d'âge différent, elles ont ainsi une valeur stratigraphique.

Scutellina blaviensis ne se trouve pas dans les affleurements. L'espèce doit être par contre abondante dans les *niveaux moyen* et *inférieur* du *Calcaire de Blaye* et même dans le sommet des *Sables inférieurs,* car on l'a remontée de diffé-

rentes profondeurs dans plusieurs forages (Lamarque, Soussans et Bordeaux).

Sismondia Archiaci est l'espèce dominante de Saint-Palais, c'est-à-dire des *niveaux inférieur* et *moyen* du *Calcaire de Blaye*.

Echinolampas burdigalensis, accompagné ou non d'*Ech. stelliferus* et *Ech. blaviensis*, formes évoluées d'*Ech. Archiaci*, caractérise le *niveau supérieur*.

Enfin, *Sismondia intermedia*, apparu dans la dernière assise du Calcaire à *Ech. burdigalensis*, se développe dans la couche suivante (couche à *O. cucullaris*).

La signification stratigraphique de ces quatre espèces d'Echinides se trouvera confirmée par les Mollusques et Foraminifères qui les accompagnent.

Variabilité des espèces

Les espèces montrent également une grande plasticité. Des changements peu importants dans la sédimentation, en modifiant le milieu biologique, ont produit, chez certaines espèces, des modifications morphologiques étendues. *Il est arrivé que des variations individuelles ont été érigées au rang d'espèces; on a établi ainsi entre certaines formes et même entre les faunes de régions voisines, des différences purement nominales qui ne correspondent à aucune réalité.*

La connaissance d'un plus grand nombre d'individus a conduit déjà MM. Lambert et Castex à admettre la disparition des espèces suivantes :

Espèces supprimées :	Espèces équivalentes maintenues :
Linthia Neuvillei	*L. carentonensis.*
L. Raulini	*L. Ducrocqui.*
L. Labriei	*L. E. Pomeli.*
Schizaster Fourteaui	*Sch. Archiaci.*
Sch. Cotteaui	*Sch. Desmoulinsi.*
Ech. tenuissima et *Ech. Degrangei*	*Ech. marginalis.*

Mais certaines espèces communes ayant permis une étude plus complète des directions et des limites des variations individuelles, des formes considérées comme espèces distinctes, comprises dans ces limites, ont dû disparaître.

Espèces supprimées :	Espèces équivalentes maintenues :
Brissoides Rozieri et *B. Degrangei* . . .	*Br. Croizieri.*
Echin. meridianensis, Ech. Degrangei.	*Echinopsis Gacheti.*
Hebertia Orbignyi, H. Gacheti	
Echinolampas Linderi	*Ech. burdigalensis.*

La suppression de ces quinze espèces, qui donnaient à des faunes locales l'apparence d'une certaine indépendance, a eu pour résultat de dégager une faune générale commune à tous les gisements. C'est ainsi que la faune d'Echinides de Saint-Palais, qui avait paru d'abord originale, est arrivée à se fondre dans celle de Blaye : sur vingt-sept espèces qui la composent, vingt-quatre se retrouvent à Blaye ou à Couquèques.

La variabilité des caractères morphologiques conduit à se demander si les variations expriment de simples phénomènes adaptatifs ou des mutations aboutissant à des espèces nouvelles. *Dans la grande majorité des cas, la permanence de conditions biologiques particulières a pu produire, par simples variations somatiques, la modification de l'espèce primitive et aboutir à des formes dont la fixité exprime seulement la persistance du facies.*

Mais on peut penser aussi que l'apparition de types nouveaux et la prédominance de l'un d'eux peut provenir de la prédominance d'une mutation d'abord masquée par la combinaison des « espèces élémentaires » de l'espèce souche et arrivant à persister.

C'est pour tenir compte de cette possibilité que nous avons admis l'existence des espèces et variétés suivantes :

Espèces primitives :	Formes nouvelles :
Echinodiscus marginalis	*Ech. medulensis.*
	Ech. med. var. *brionensis.*
	Ech. med. var. *Neuvillei.*
Echinolampas dorsalis	*Ech. dors.* var. *brionensis.*
Echinolampas Archiaci	*Ech. Arc.* var. *blaviensis.*
Echinolampas burdigalensis	*Ech. burd.* var. *Falloti.*

Ces différentes variétés auraient ainsi la signification des « espèces disjointes » que M. Mercier [269] désigne par un troisième terme en employant la nomenclature trinominale. A côté de la faune normale de l'*Hemicidaris lucensis,* il place *H. l. oolithicus* et *H. l. langrunensis.*

Pour Mlle Fage, ce troisième terme a la signification de variété : *Rhynchonella vespertilio* typique donnerait ainsi *Rh. v.* var. *octoplicata, R. v.* var. *expansa, R. v.* var. *Baugasi, R. v.* var. *Eudesi.*

Ces différentes interprétations résultent d'une connaissance plus complète de l'étendue des variations individuelles des espèces fossiles et actuelles. L'étude des espèces vivantes *Dorocidaris papillota, Dorocidaris Philippi, Psammechinus miliaris,* par M. Mercier, et *Toxocidaris livida* par M. Bonnet, a montré, pour chacune de ces espèces, une courbe de variabilité au moins aussi étendue que celle des espèces de Couquèques, *Ech. burdigalensis* et *Echinodiscus marginalis.*

On se trouve ainsi conduit à donner à l'espèce linnéenne un sens plus compréhensif et mieux en accord avec l'observation et avec les lois de la biologie.

L'étude des modifications morphologiques des espèces montre encore que des formes de bassins différents, érigées au rang d'espèces, se trouvent comprises dans les limites des variations d'une espèce dans un bassin donné.

Il serait hasardeux d'affirmer qu'on se trouve partout en présence de la même espèce. Mais il y a intérêt pour la paléontologie et la stratigraphie à marquer les rapports incontestables qui existent entre des formes de différents bassins.

Pour désigner les formes spéciales que prennent certaines espèces dans des régions différentes, sous l'influence des causes locales résultant de l'isolement géographique, on pourrait, ainsi que le propose M. Abrard, parler de « race locale » ou « d'espèce représentative ». « Il faut penser, écrit l'auteur [1, p. 324], que peut-être *Echinolampas calvimontanum* est une race spéciale au Bassin de Paris, car il a de très grands rapports avec certaines espèces méridionales, et la différence de climat peut suffire à expliquer la différence des formes. »

L'expression *espèce représentative* est préférable à celles de *race locale* et *race spéciale* car elle ne préjuge pas de la signification de la variation, celle-ci pouvant aussi bien représenter une mutation véritable ou une simple adaptation.

*La notion d'*espèce représentative *est destinée à jouer en paléontologie, et par suite en stratigraphie, un rôle d'autant plus grand que l'on aura pu, par une étude comparative, rechercher les limites des variations individuelles des espèces.*

Au terme de cette analyse des espèces d'Echinides du *Cal-*

caire de Blaye les espèces représentatives rencontrées peuvent être réunies dans le tableau suivant :

Espèces (type de la Gironde) :	Espèces représentatives :
1. *Sismondia intermedia* (Couquèques-Pédelail)	*S. Caillaudi* (Basse-Loire). *S. altavillensis* (Cotentin).
2. *Echinodiscus marginalis* (Blaye)	*Ech. Caillaudi* (Basse-Loire).
3. *Ech. medulensis* var. *Neuvillei* (Couquèques)	*Ech. Dubaleni* (Pédelail).
4. *Fibularia Lorioli* (Blaye, Saint-Palais)	*Echinocyamus Dumasi* (Bas.-Loire).
5. *Echinolampas dorsalis* var. *brionensis* (Couquèques).	*Ech. Heberti* (Cotentin) (= *Ech. Francei* de Cotteau).
6. *Echinolampas Archiaci* (Saint-Palais, Listrac) :	
Forme allongée rostrée . . .	*Ech. arthonensis* (Bas.-Loire).
Forme basse et élargie . . .	*Ech. calvimontanum* (Bassin de Paris).
Forme globuleuse	*Ech. biarritzensis* (Landes).
7. *Echinolampas Cotteaui* var. *Peyroti* (Saint-Palais) . . .	*Ech. ellipsoidalis* (Landes).

La constitution de ces espèces représentatives repose sur les ordres de faits suivants : la grande étendue des variations individuelles, les relations qui existent entre ces variations et les modifications du milieu géographique, la constitution d'associations variables selon les facies et l'importance des échanges d'espèces des autres groupes zoologiques sur les rivages des bassins occidentaux.

La distinction des espèces représentatives a pour conséquence le rétablissement des relations fauniques qui durent exister dans des formations contemporaines. La faune d'Echinides du Calcaire de Blaye *montre que ces relations existaient au moment du dépôt de ce Calcaire et de celui des formations éocènes de la Basse-Loire, du Cotentin et du* Calcaire grossier lutétien *du Bassin de Paris.*

Liste des espèces

D'après les observations qui précèdent la liste des espèces d'Echinides du *Calcaire de Blaye* s'établit de la manière suivante :

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Blaye	Saint-Palais	Couquèques	Listrac	Pédelail	Landes	B-Loire
1. *Cidaris Pomeli* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, II, p. 404, pl. 301, fig. 1, 2.	+	+					
2. *Cidaris Lorioli* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, II, p. 415, pl. 302, fig. 16-22.	+	+					
3. *Cidaris Belleradei* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 10, pl. 1, fig. 1, 2, 3.	+						
4. *Leiocidaris Oppenheimi* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 11, pl. 1, fig. 4.	+						
5. *Echinopsis Gacheti* Desm. 1837 ..... *Pal. F.*, II, pl. 339, 340, 341.	+	+	+		+		
6. *Goniopygus pelagiensis* d'Arch. 1850 ..... *Pal. F.*, II, p. 420, pl. 10, fig. 13.		+					
7. *Cœlopleurus Delbosi* Desor. 1855 ..... *Pal. F.*, II, 552, pl. 333.	+	+					+
8. *Cœlopleurus Tournoueri* Cott. 1870 ..... *Pal. F.*, II, p. 556, pl. 344.	+		+				
9. *Salenia Daleaui* Cott. 1892 ..... *Pal. F.*, II, p. 480, pl. 296, fig. 11-16.	+						
10. *Medocechinus Neuvillei* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 25, pl. 1, fig. 12-14; ci-après, pl. XII.	+		+		+		
11. *Scutellina blaviensis* Cott. 1891 ..... *Pal. F.*, II, p. 333, pl. 284, fig. 1-6.	+						
12. *Scutellina Linderi* Cott. 1891 ..... *Pal. F.*, II, p. 313, pl. 279, fig. 1-9.	+				+		
13. *Fibularia Lorioli* Cott. 1893 ..... *Pal. F.*, II, p. 364, pl. 290, fig. 1-5.	+	+					
14. *Fibularia affinis* Desm. 1837 ..... *Pal. F.*, II, p. 368, pl. 290, 291.	+		+			+	
15. *Fibularia Pomeli* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, II, p. 366, pl. 290, fig. 6-14.	+	+					
16. *Sismondia Archiaci* Cott. ..... *Pal. F.*, II, p. 262, pl. 268.	+						

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Blaye	Saint-Palais	Couquèques	Listrac	Pédelail	Landes	B-Loire
17. *Sismondia testudo* Cott. ..... *Pal. F.*, II, p. 265, pl. 269.	+	+				+	
18. *Sismondia intermedia nov. sp.* ..... Ci-après, pl. XI, fig. 1 à 21.			+	+	+	+	+
19. *Lenita patellaris* Leske ..... *Pal. F.*, II,		+					+
20. *Echinodiscus marginalis* Desm. ..... *Pal. F.*, II, p. 259, 267, pl. 267, 269, 270.	+	+	+	+	+		+
21. *Echinodiscus medulensis nov. sp.* ..... Ci-après, pl. X, fig. 7, 8, 9.			+				
22. *Echinodiscus medulensis* var. *brionensis* ..... Ci-après, pl. X, fig. 10 et 11.			+				
23. *Echinodiscus medulensis* var. *Neuvillei* ..... Ci-après, pl. X, fig. 12 à 17.			+				
24. *Echinodiscus marginalis* var. *Dubaleni* Lamb. ..... P. 311, pl. 8, fig. 18-20.					+		
25. *Peronella canteranensis nov. sp.* ..... Ci-après, pl. X, fig. 18 à 21.			+				
26. *Cassidulus Dublangei* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 35, pl. II, fig. 3, 4.	+	+					
27. *Echinanthus Desmoulinsi* Delbos, 1846. ..... *Pal. F.*, I, p. 566, pl. 162, 163, 164.	+	+	+	+		+	
28. *Echinanthus elegans* Pavay, 1871 ..... *Pal. F.*, I, p. 571, pl. 165, 166, 167.	+						
29. *Plagiopygus carentonensis* Cott. ..... *Pal. F.*, I, p. 540, pl. 150, fig. 1-6.	+	+					
30. *Echinolampas burdigalensis* Agass. ..... *Pal. F.*, II, p. 73, pl. 223, 224, 225.	+		+				
31. *Echinolampas burdigalensis* var. *Falloti* Cott. ..... *Pal. F.*, II, p. 737, pl. 380, fig. 4 à 9.	+	+		+			
32. *Echinolampas dorsalis* Agass. 1847 ..... *Pal. F.*, II, p. 34, pl. 209, 210.		+	+	+			
33. *Echinolampas dorsalis* var. *brionensis* ..... Ci-après, pl. VIII, fig. 7, 8, 9.			+				
34. *Echinolampas Archiaci* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, II, p. 39, pl. 211, 212; ci-après, pl. VII.	+	+		+	+		
35. *Echinolampas Archiaci* var. *blaviensis* (*Echinolampas blaviensis* Cott. 1889) ..... *Pal. F.*, II, p. 63, pl. 220, 221.	+	+	+				

NOM DES ESPÈCES ET RÉFÉRENCES	Blaye	Saint-Palais	Couquèques	Listrac	Pédelail	Landes	B^e-Loire
36. *Echinolampas stelliferus* Lmk. 1816 ..... *Pal. F.*, II, p. 58, pl. 218, 219.	+						
37. *Echinolampas Cotteaui* Lamb. 1906 ..... *Pal. F.*, II, p. 50, pl. 214, 215.		+		+			
38. *Echinolampas Cotteaui* var. *Peyroti* Castex ..... *Pal. F.*, II, 93, p. 23, pl. II, fig. 5, 6, 7.		+					
39. *Linthia Ducrocqui* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, I, p. 222, pl. 66.	+	+	+				
40. *Linthia carentonensis* Cott. 1883 ..... *Pal. F.*, I, p. 224, pl. 67, 74.	+	+					
41. *Linthia Pomeli* Cott. 1886 ..... *Pal. F.*, I, p. 227, pl. 68, fig. 1-3.	+	+					
42. *Schizaster Archiaci* Cott. ..... *Pal. F.*, I, p. 277, pl. 83, 84, fig. 1, 2.	+	+	+		+		+
43. *Schizaster Desmoulinsi* Desor, 1870 ..... *Pal. F.*, I, p. 273, pl. 81.	+	+	+			+	
44. *Schizaster latus* Desor, 1847 ..... *Pal. F.*, I, p. 296, pl. 89; ci-après, pl. XII, fig. 1, 2.	+		+	+	+		
45. *Cestobrissus Lorioli* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 59, pl. 3, fig. 8, 9, 10.	+						
46. *Brissoides Croizieri* Cott. 1886 ..... *Pal. F.*, I, p. 54, 56, pl. 11, 12; ci-après, pl. XII, fig. 7, 8.	+	+	+	+			+
47. *Gualtieria Orbignyi* Agass. 1847 ..... *Pal. F.*, I, p. 112, pl. 25, 26.	+	+	+				
48. *Blaviaster Grossouvrei* Lamb. 1912 ..... *Rev.*, p. 64, pl. 3, fig. 6, 7; ci-après, pl. XII, fig. 5, 6.	+	+	+				
	36	27	22	9	9	5	6

Remarque. — La liste ci-dessus diffère de celle de M. Lambert (*Révision*, 1912) par la disparition de 13 espèces et par l'addition de 6 espèces nouvelles. Les suppressions effectuées ne font que consacrer et continuer celles que M. Lambert avait faites en 1927. Les additions sont dues à la découverte de nouveaux gisements dans le Médoc : elles ont été décidées en complet accord avec M. Lambert.

La différence réelle entre notre liste et celle de M. Lambert consiste surtout dans un changement de signification des espèces d'*Echinolampas* et dans un élargissement de la notion d'espèce.

Relations entre la faune d'Echinides de Blaye et celle des bassins voisins

La faune d'Echinides du *Calcaire de Blaye* est caractérisée par son indépendance à l'égard de celle des bassins voisins. Au premier abord cette indépendance paraît si grande qu'on est tenté de l'expliquer par une différence d'âge des terrains. M. Lambert s'est servi de cet argument négatif pour placer le *Calcaire de Blaye* dans le Bartonien.

Mais une étude comparative de la répartition des espèces, dans les bassins du Sud-Ouest, de l'Ouest et du Nord, prouve que le cas de Blaye n'est pas une exception. La figure 30, représentant la distribution géographique des espèces communes, montre que *la constitution des faunes locales indépendantes est un des caractères les plus marquants de la faune d'Echinides de l'Eocène moyen.*

Les Marnes de la Côte des Basques renferment une faune d'Echinides de 13 espèces dont 12 existent dans le Lutétien, parmi lesquelles 8 vivaient au Lutétien inférieur (42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52). Ces espèces se trouvent dans le même facies marneux. En dehors de *Porocidaris Schmiedeli* qui est une espèce banale, elles sont restées cantonnées dans le fond des synclinaux.

Leur persistance signifie qu'à un moment quelconque de la période qui va du début du Lutétien au Bartonien, une faune littorale, celle de Pédelail, est restée indépendante de celle du même âge des plus grands fonds. Cette indépendance résulte donc uniquement de la différence des facies.

La faune d'Echinides des dépôts « néritiques » est celle des assises qui sont caractérisées, d'après H. Douvillé, par les grandes Nummulites granuleuses (zones 3, 4, 5, colonne 4, fig. 30).

M. Castex a déjà mis en relief l'existence, dans les Landes, de faunes d'Echinides indépendantes. L'individualisation de celles de Buanes et d'Hastingues peut provenir de l'âge plus ancien des gisements. Mais cette explication est moins valable pour les faunes des Calcaires à grandes Nummulites de la Chalosse.

On rencontre dans cette région trois faunes distinctes : 1° Bastennes-Donzacq; 2° Caupenne (Le Sarthou); 3° Mont-

LÉGENDE EXPLICATIVE DE LA FIGURE 30

Répartition des espèces d'Echinides de l'Eocène moyen, communes a plusieurs bassins ou entrant dans des associations variables selon les facies et les niveaux stratigraphiques.

1. *Lenita patellaris.*
2. *Linthia subglobosa.*
3. *Echinanthus issyavensis.*
4. *Plagiopygus Gregorii.*
5. *Maretia grignonensis.*
6. *Sismondia intermedia.*
7. *Echinolampas Archiaci.*
8. *Echinodiscus marginalis.*
9. *Cœlopleurus Delbosi.*
10. *Brissoides Croizieri.*
11. *Schizaster Archiaci.*
12. *Echinopsis Gacheti.*
13. *Schizaster latus.*
14. *Medocechinus Neuvillei.*
15. *Scutellina Linderi.*
16. *Echinolampas dorsalis.*
17. *Gualtieria Orbignyi.*
18. *Blaviaster Grossouvrei.*
19. *Cidaris Lorioli.*
20. *Schizaster Desmoulinsi.*
21. *Sismondia testudo.*
22. *Fibularia affinis.*
23. *Echinanthus Desmoulinsi.*
24. *Psammechinus biarritzensis.*
25. *Opissaster Degrangei.*
26. *Fibularia biarritzensis.*
27. *Echinolampas biarritzensis.*
28. *Cyclaster declivus.*
29. *Conoclypeus conoideus.*
30. *Echinanthus heptagonus.*
31. *Periosmus spatangoides.*
32. *Amblypygus Pellati.*
33. *Schizaster Studeri.*
34. *Echinolampas ellipsoidalis.*
35. *Opissaster Pellati.*
36. *Prenaster alpinus.*
37. *Schizaster Leymeriei.*
38. *Cidaris subcylindrica.*
39. *Cidaris striatogranosa.*
40. *Cyathocidaris crateriformis.*
41. *Echinanthus Delbosi.*
42. *Cidaris Daguini.*
43. *Dorocidaris subularis.*
44. *Macropneustes brissoides.*
45. *Macropneustes tumidus.*
46. *Rhabdocidaris mespilum.*
47. *Rhabdocidaris Tournali.*
48. *Dorocidaris acicularis.*
49. *Macropneustes Heberti.*
50. *Porocidaris Schmiedeli.*
51. *Porosoma Castexi.*
52. *Porosoma Pellati.*
53. *Clypeaster marbellensis.*

Zones de Nummulites (colonne 4)

7. *N. striatus, N. Bouillei, N. Fabiani.*
6. *N. striatus.*
5. *N. aturicus, Assilina exponens.*
4. *N. complanatus, Ass. spira.*
3. *N. complanatus, N. crassus, N. Lorioli, N. irregularis, N. Murchisoni, Ass. spira, Ass. præspira, O. complanatus, Alv. elongata.*
2. *N. irregularis, N. uroniensis.*
1. *N. planulatus, N. globulus, Alv. oblonga.*

F. Migration des espèces dans les Bassins de la Haute-Garonne, de l'Ariège et de la Provence.

E. Bassins éocènes étrangers (Espagne, Suisse, Italie, Bavière, Hongrie).

(Les zones de Nummulites 1, 2, 3, 4, 5 correspondent respectivement aux auréoles I, II, III, IV, V distinguées dans l'Eocène de la Chalosse.)

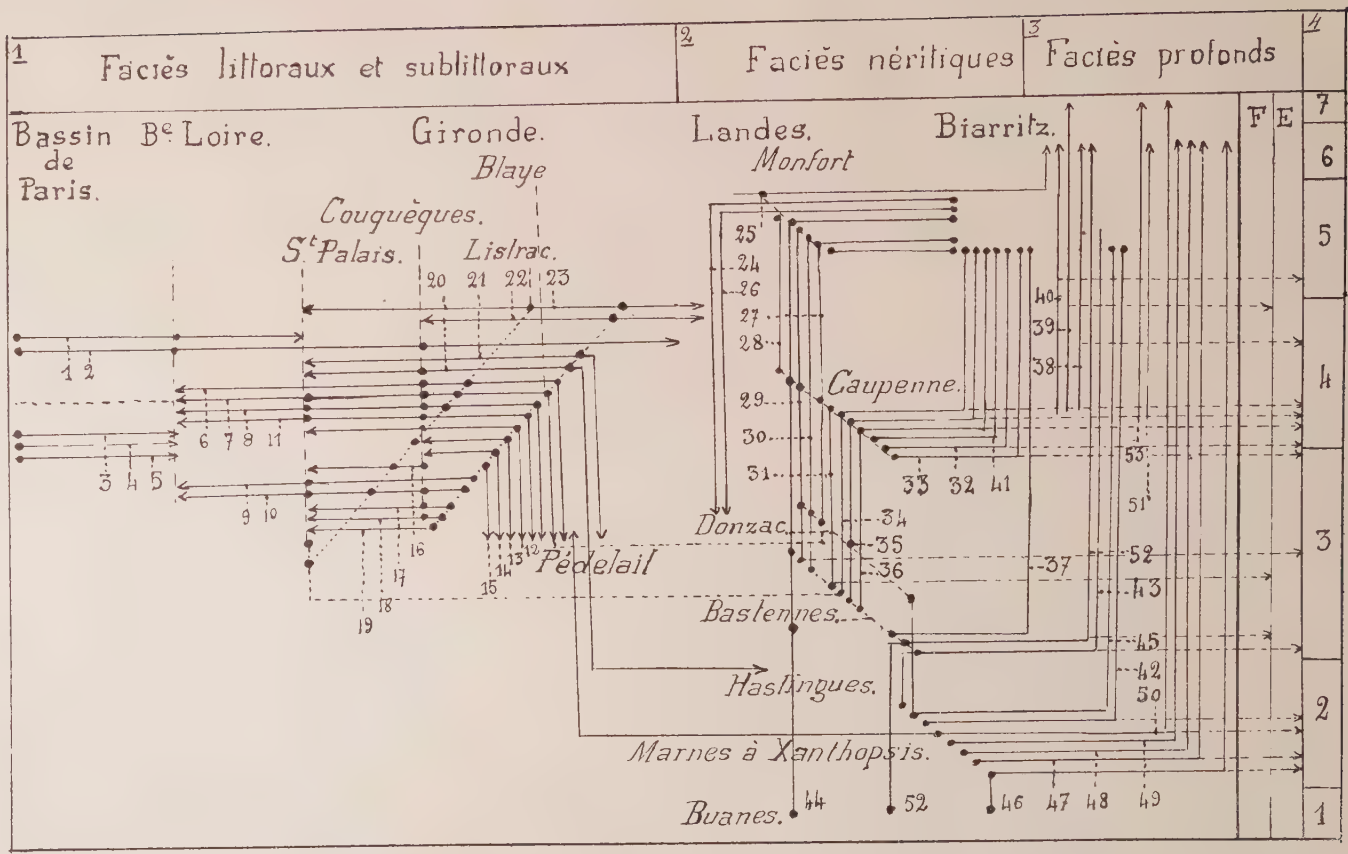


Fig. 30. — Répartition des principales espèces d'Echinides de l'Eocène moyen.

fort-Gibret. Ce sont des faunes à *Conoclypeus conoideus* et *Macropneustes brissoides.*

En dehors de ces deux espèces, les relations entre les trois faunes sont très réduites. La première, sur douze espèces, n'en a que quatre de communes avec la deuxième (31, 34, 35, 36) et deux avec la troisième (27, 30) ; la deuxième, la plus riche, ne comprend que deux espèces communes avec la troisième (27, 28).

Enfin on distingue dans les Landes une quatrième faune d'Echinides, celle de Pédelail et du Calcaire à Milioles du Louts. Celle-ci, qui se trouve dans un facies franchement littoral, comprend trois espèces de la faune de Biarritz : *Porocidaris Schmiedeli* à Pédelail, *Psammechinus biarritzensis* et *Fibularia biarritzensis* à Biellan.

L'indépendance relative de ces quatre faunes ne provient pas uniquement de leur différence d'âge : *en effet, toutes les espèces communes à deux ou plusieurs de ces gisements se retrouvent à Biarritz.*

Il y avait donc dans le synclinal de Biarritz une faune d'Echinides qui se développait pendant le Lutétien avec d'autant plus de continuité qu'elle habitait de plus grands fonds et se trouvait ainsi moins directement soumise aux variations de facies.

En s'éloignant du centre du synclinal vers les bordures, elle constituait, à des moments différents ou simultanément, des associations dont la composition variable était uniquement fonction des conditions biologiques locales.

La faune de mer profonde de Biarritz et des facies néritiques des Landes envahissait les synclinaux de la Mésogée (29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 46, 47, 50, 52, ...), tandis qu'une autre faune, celle de Blaye, se développait sur les bordures littorales. *Le mélange des deux faunes ne pouvait se produire que dans les zones moyennes qui séparent les bordures littorales des plus grands fonds. L'observation montre en effet que c'est dans ces zones qu'il y a eu des échanges d'espèces entre les deux faunes.*

Sur le rivage qui entourait le dôme d'Audignon émergé, les conditions de vie étaient celles que la faune de Blaye trouvait sur les bordures du *Bassin girondin.* C'est ainsi que plusieurs espèces de Blaye sont arrivées dans les Landes. Certaines se sont arrêtées à Pédelail (7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15) ; d'autres ont pénétré dans les facies néritiques jusqu'à Brassempouy (21), Donzacq (7), Gibret (22) et Nousse (23).

Certaines espèces, dont l'aire de dispersion était étendue, *Echinolampas Archiaci*, *Brissoides Croizieri* et *Echinopsis Gacheti*, gagnaient la Catalogne en suivant le rivage oriental de la Mésogée (1).

Il s'agit toujours de faits de migration de même nature et du même ordre d'importance que pour les autres faunes de la Chalosse.

Le cas de Pédelail, par rapport à Biarritz, n'est donc pas une exception. Si on compare les facies extrêmes de Pédelail et de la Côte des Basques, les faunes d'Echinides semblent être entièrement indépendantes. Mais cette conclusion n'est plus exacte si on rapproche la faune du facies littoral de Pédelail avec celle des facies néritiques géographiquement voisins.

On constate, en outre, que les *échanges d'espèces entre les faunes de Biarritz et du Bassin de la Gironde s'effectuent dans les couches lutétiennes des Landes. Celles-ci, en ce qui concerne la Chalosse, n'appartiennent pas au Lutétien le plus élevé : elles sont comprises dans le Lutétien moyen caractérisé, d'après* H. Douvillé, *par* O. complanatus, Alv. elongata, N. complanatus, N. irregularis *et* Ass. spira.

Des relations du même ordre d'importance existent entre la faune d'Echinides de Blaye et celle des bassins situés plus au Nord : *Blaye a constitué un foyer de dispersion pour les régions littorales au même titre que Biarritz pour les zones néritiques.*

Entre la faune de Blaye et celle du Bassin parisien, le Bassin de la Basse-Loire a joué le même rôle que les couches néritiques des Landes entre les faunes de Pédelail et de Biarritz. C'est en effet dans la Basse-Loire que se fait la rencontre et le mélange des faunes du Nord et du Sud.

La faune du Bassin de Paris s'y trouve représentée par *Lenita patellaris* Leske, *Echinanthus issyaviensis* Klein, *Plagiopygus Gregoirei* Cotteau, *Maretia grignonensis* Desmarets (M. Lambert, 231, p. 75 et M. Abrard, 1, p. 323).

La faune du *Calcaire de Blaye* est représentée dans la Basse-Loire par *Echinodiscus marginalis* var. *Caillaudi*, *Cœlopleurus Delbosi*, *Schizaster Archiaci* et *Brissoides Croizieri*.

(1) M. Castex [103, p. 60], constatant que « quarante et une espèces landaises se retrouvent dans les terrains nummulitiques déposés par l'ancienne Mésogée, sur le pourtour méditerranéen actuel », avait été conduit à admettre « qu'il existait pendant le Tertiaire, jusqu'à la fin du Lutétien, un passage faisant communiquer le golfe aquitain avec le bassin méditerranéen... ».

Nous retenons ces deux dernières espèces avec les réserves formulées par M. Lambert; les indications données par Cotteau nous semblent assez précises; les deux espèces ont d'ailleurs, en Aquitaine, une grande constance et une grande extension géographique.

En outre, deux espèces du Bassin de Paris font relais sur une plus grande distance : *Lenita patellaris* [180, p. 36], qui arrive à Saint-Palais sans envahir le Bassin de la Gironde, et *Lutetiaster subglobosus* qui paraît se trouver à Couquèques et dans le Nummulitique des Landes, à Caupenne [103, p. 48].

En résumé, la faune des Echinides du Calcaire de Blaye *appartient à la faune des facies littoraux de l'Eocène moyen.*

En raison de ce caractère et de l'activité orogénique du bassin pendant cette période les espèces ont eu à subir des variations fréquentes et importantes de leurs conditions de vie. Elles ont réagi de deux manières : en limitant leur habitat à des régions peu étendues et en faisant preuve d'une grande plasticité.

La faune d'Echinides du Calcaire de Blaye *a eu ainsi pour caractères dominants le groupement des espèces en associations très localisées et un polymorphisme très étendu.*

Elle a fait des échanges d'espèces avec les autres bassins, du Nord et du Sud, dans un niveau qui appartient au Lutétien moyen.

FORAMINIFÈRES

La faune de Foraminifères permet de préciser les conclusions tirées de l'étude des groupes précédents.

Il faut cependant considérer que ces organismes n'ont pas eu une distribution uniforme; des couches contemporaines peuvent en être privées ou les renfermer en grand nombre. Les espèces ont encore constitué des associations variables.

D'autre part, les lacunes de nos connaissances sont grandes : on ne connaît que quelques points espacés des puissants massifs nummulitiques de l'Aquitaine occidentale.

Enfin, il arrive que les espèces sont sujettes à des interprétations différentes selon les auteurs. Quand on se trouve en présence de nombreux échantillons de plusieurs gisements, on constate, tant les caractères spécifiques sont fuyants, que peu de groupes laissent une plus grande place à l'interprétation personnelle.

C'est ainsi que seule une décision de l'esprit établit une séparation entre certaines formes de deux espèces voisines de la série *N. granifer, N. uroniensis, N. crassus, N. Lorioli, N. aturicus.*

Pour ces différentes raisons il convient de ne pas attacher une importance décisive à la présence ou à l'absence d'une ou de plusieurs espèces de Foraminifères. Mais il faut considérer ces espèces dans l'association dont elles font partie dans le Nummulitique aquitain. Autrement dit, c'est l'association elle-même et non l'espèce, qui possède la valeur d'échelon paléontologique. Dans l'association, les causes d'erreur que nous avons signalées s'éliminent.

Aussi, bien que l'on puisse trouver à cette association une signification différente dans d'autres pays, elle possède, dans le même bassin, une valeur absolue comme échelon paléontologique.

Nous attacherons par conséquent une grande importance à la répartition, dans le Nummulitique de l'Aquitaine occidentale, des différentes espèces de Foraminifères citées dans le *Calcaire de Blaye* et *de Pédelail.*

LISTE ET RÉPARTITION DES ESPÈCES DE FORAMINIFÈRES DU « CALCAIRE DE BLAYE »

(Blaye, Saint-Palais, Couquèques et Pédelail)

LISTE DES ESPÈCES	Pédelail	GIRONDE		S-Palais	B-Loire	BASSIN DE PARIS		
		Niv. inf.	Niv sup.			Y	L	B
1. *Orbitolites complanatus* Lmk.	+	+	+	+	+		+	
2. *Alveolina elongata* d'Orb.	+	+	+	+	+			
3. *N. uroniensis* Heim.		+						
4. *N. Guettardi* d'Arch.	+	+	+					
5. *N. atacicus* Leym.	+	+						
6. *N. Lucasi* d'Arch.	+	+	+					
7. *N. irregularis* Def.	+		+					
8. *Ass. granulosa* d'Arch.		+						
9. *Ass. spira* de Roissy		+						
10. *Ass. planospira* de Roissy	+							
11. *Lituonella Roberti* Douv.				+	+			
12. *Rotalina saxorum* d'Orb.		+	+	+	+			
13. *Milioles*	+	+	+	+	+		+	

Orbitolites complanatus

Cette espèce paraît dans les forages, dès le *niveau inférieur* du *Calcaire de Blaye,* et persiste dans toutes les assises. A Saint-Palais on trouve des individus d'assez grande taille. Dans l'assise terminale du *Calcaire de Saint-Palais,* à Saint-Nicolas, l'espèce est très abondante et de grande taille. Elle présente le même développement et la même abondance à Blaye, dans la couche 1 de la carrière de l'Abattoir. A Couquèques, elle est moins fréquente, mais les échantillons de 30 à 40 millimètres y sont assez communs. A Listrac, ceux-ci sont rares et ceux de 5 à 10 millimètres nombreux.

L'espèce passe dans la couche à *Sismondia intermedia* et pullule dans les couches de base du *Calcaire de Saint-Estèphe* à *Echinolampas lesparrensis.* A Caussan, dans un niveau un peu plus élevé, renfermant *Cerithium interruptum* et *Diastoma costellatum,* les échantillons atteignent 45 millimètres.

Dans les *Marnes blanches* supérieures au Calcaire à *Ech. ovalis,* à la butte de Civrac, on rencontre encore des individus de grande taille. En d'autres points, au pied des buttes de Saint-Germain-d'Esteuil, la taille reste inférieure à 10 millimètres. Enfin dans le Calcaire à *Anomia girondica,* qui fait le passage à l'Oligocène, on trouve encore, à Ordonnac, de rares *Orbitolites complanatus* de 5 à 8 millimètres.

On peut conclure de cette revue sommaire que, dans l'Eocène moyen et supérieur de la Gironde, O. complanatus *ne possède aucune signification stratigraphique.*

Cette conclusion est très différente de celle que M. Abrard tire, avec raison, de la répartition de l'espèce dans le Bassin de Paris : « C'est, écrit-il, un excellent fossile caractéristique car il est indépendant du facies dans une très grande mesure. » [1, p. 200.]

O. complanatus offre ainsi un exemple caractéristique de migration temporaire d'une espèce méridionale dans un bassin du Nord.

Dans la Basse-Loire, l'espèce, très commune à Bois-Gouët et à Arthon (4e et 3e zones), est rare dans les autres zones (1e, 2e et 5e).

A Pédelail, les échantillons, mal conservés, semblent ne pas dépasser 1 centimètre. C'est avec la même taille qu'on retrouve l'espèce dans le *Calcaire à Milioles* de Brassempouy (Le Pouy).

H. Douvillé la cite encore à la base des couches de Peyrehorade et de Nousse, à un niveau qui correspond au Lutétien moyen.

En résumé, dans le Bassin d'Aquitaine, on ne peut pas se servir d'*Orbitolites complanatus* pour établir des divisions dans l'Eocène moyen et supérieur.

Alveolina elongata

Gisements

Calcaire de Blaye.: 1° Forages : l'espèce, apparue dans les couches à *N. aquitanicus* du sommet des *Sables inférieurs,* se rencontre dans tous les niveaux du *Calcaire de Blaye.*

2° Affleurements : Listrac, très commune; Couquèques, rare; Saint-Palais, marnes graveleuses, rare; Saint-Nicolas, très commune.

Basse-Loire : Même distribution qu'*Orbitolites complanatus,* très commune à Arthon et Bois-Gouët, très rare dans les autres zones.

Landes et *Basses-Pyrénées* (1) *: Pédelail**, très commune et de grande taille; *Hagetmau**, dans les forages qui traversent le prolongement, vers le Sud, du Calcaire à Milioles de Pédelail; *Brassempouy**, Calcaire à Milioles du Pouy, assez commune; *Donzacq* (Cantaou),* base du Calcaire à *N. Lorioli* et *Ass. spira,* très commune; *Bastennes (le Prim.*),* Calcaire à *N. irregularis* et *Ass. spira,* très rare; *Bastennes (Lasserre*),* base du Calcaire à *N. crassus* et *Ass. spira,* commune; *Peyrehorade* (base) et *Nousse* (base) avec *O. complanatus* (H. Douvillé) ; *Sordes** avec *Ass. spira, N. complanatus, N. crassus aff. aturicus.*

*En réunissant ces faits, on peut conclure qu'*Alveolina elongata *ne dépasse pas le* Calcaire de Blaye *et se rencontre, dans les Landes, dans des couches qui appartiennent toutes au Lutétien moyen.*

Dans le Bassin de l'Adour, H. Douvillé, réunissant *Alveolina elongata* et *Orbitolites complanatus,* situe les deux espèces dans le Lutétien moyen qui est, dit-il, « leur niveau presque exclusif ». Il ajoute : « Au Lutétien supérieur les Alvéolines et les Orbitolites ont complètement disparu. » [162, p. 38.]

Il faut relever et souligner que c'est dans les mêmes couches des Landes et de la Basse-Loire qui renferment ces deux espèces que se font les échanges d'espèces des différentes faunes d'Echinides (niveaux 3 et 4 de la fig. 30).

Cette concordance des résultats donne une grande probabilité à l'âge lutétien moyen des couches qui renferment ensemble la faune d'Echinides, O. complanatus, Alv. elongata *et des espèces de Nummulites qui ne présentent pas encore le stade de développement qu'elles atteindront au Lutétien supérieur.*

---

(1) L'espèce n'avait pas encore été signalée dans les gisements marqués d'une astérisque. La grande répartition d'*Alveolina elongata* dans les Landes correspond au grand développement que prend l'espèce au sommet des *Calcaires de Saint-Palais et de Listrac.*

Nummulites uroniensis

L'espèce, déterminée par H. Douvillé, est identique à celle qu'on observe au sommet des *Sables inférieurs*. Sous Bordeaux, elle n'a été rencontrée que dans les couches inférieures du *niveau inférieur*. A Lamarque, elle se trouve encore dans le *niveau inférieur*.

N. uroniensis, à la base, est déjà très difficile à séparer de *N. granifer*. Les échantillons d'Urcuit qui, d'après H. Douvillé, « doivent être rapportés à *N. granifer* » [162, p. 24], ceux des couches supérieures de Gan, de cette dernière espèce, et ceux de la partie inférieure de la formation de Blaye, qui représentent bien *N. uroniensis*, ne comportent entre eux aucune différence : dans des échantillons d'une même couche, le nombre des granules qui s'étendent vers le bord entre les filets est variable, mais les sections sont identiques.

Avec *N. crassus* du Lutétien moyen la même incertitude de détermination se retrouve. Pour certains échantillons, taille, forme, loges et granulations sont très voisines de *N. aturicus*. D'autres s'en éloignent beaucoup. L'opinion dernière de H. Douvillé est que « *N. crassus* n'est qu'une variété épaisse de *N. uroniensis* (*perforatus* var. *uroniensis* de la Harpe, *uroniensis* Heim.) » (Note inéd., décembre 1934).

L'espèce dominante du Cantaou (Donzacq) pose le même problème de détermination; H. Douvillé écrit à ce sujet : « ... j'avais été amené à ranger dans le voisinage de *N. millecaput* les échantillons du Cantaou à cause de la grande obliquité des cloisons. Mais vous m'avez fait observer avec raison que les loges étaient bien plus longues, ce qui conduisait au contraire à rapprocher cette forme du groupe de *N. perforatus*. Or, dans mon ancienne note de 1905 j'avais signalé à ce niveau *N. Lorioli;* en me rapportant à la description de cette espèce par de La Harpe, j'y ai précisément retrouvé tous les caractères de l'espèce du Cantaou... L'espèce est du reste bien voisine de *N. uroniensis* et pourrait en représenter seulement une race locale spéciale à la région. » ((Note inéd., décembre 1934.)

Ce cas, joint aux précédents, fait apparaître sous des noms différents des formes granuleuses qui vont de *N. granifer* à *N. aturicus*, de telle sorte que l'espèce centrale *N. uroniensis*, qui représente un stade réel de l'évolution du groupe, apparaît comme « espèce » distincte, « variété » ou « race locale ». Il ne faut attacher qu'une importance relative à ces noms différents : le fait capital à retenir est le stade de l'évolution organique. Ce stade est représenté par les formes évoluées de *N. uroniensis*, *N. crassus* et *N. Lorioli*, qui font partie de la faune de Foraminifères du Lutétien moyen.

Nummulites Guettardi

Dans les couches à Huîtres et Echinides de la base du *niveau supérieur* du forage 41' on trouve une petite Nummulite qui peut être rapportée à cette espèce. Il est probable que c'est la même espèce qui avait été désignée par *N. variolarius*. Il est difficile d'être affirmatif à propos des échantillons de petite taille des formes *A.* Aussi, nous bornerons-nous à citer l'espèce, pour mémoire, sans fonder sur elle une conclusion stratigraphique. Notons également que Benoist cite à la profondeur de 225 mètres (niveau moyen), dans le forage du Parc Bordelais, « une espèce de Nummulite assez petite, très voisine d'une variété du *N. Guettardi* » [38, p. 10].

Pour Benoist, *N. Guettardi* représente la forme mégasphérique de *N. biarritzensis (N. atacicus)*. Il confond souvent d'ailleurs le vrai *N. Guettardi* avec *N. subatacicus*.

Tout ce que l'on peut dire, c'est que, dans les trois niveaux du Calcaire de Blaye, *on rencontre une petite Nummulite qui représente la forme mégasphérique de* N. globulus *ou de* N. atacicus. *D'après les échantillons observés, nous optons pour la première espèce.*

On peut dire la même chose de *N. Lucasi* qui se trouve de 314 à 346 mètres dans le forage du Parc et que nous avons rencontré avec la petite *Nummulite* précédente dans le *niveau supérieur* du forage 41'.

Nous avons recueilli à Pédelail de petites formes, rapportées par M. Abrard à *N. Lucasi, N. Guettardi* et *N. subatacicus*. Elles se trouvent en plus grand nombre et de meilleure conservation dans le Calcaire à Milioles de Candelous et de Brassempouy (Candelous, au pont du Poullaout, sur le Louts, en face Caupenne).

Nous ne tirerons pas de conclusion stratigraphique de la présence de ces espèces à Pédelail, car *il s'agit de formes stables possédant une grande extension verticale* (1). *Dans le Bassin d'Aquitaine, cependant, leur association n'a pas été rencontrée, à notre connaissance, dans le Lutétien supérieur. Par contre elle se trouve souvent dans le Lutétien moyen.*

---

(1) M. Flandrin a fait connaître que *N. Lucasi* et *N. globulus* montent de l'Yprésien dans le Lutétien inférieur. M. L. Glangeaud confirme que les *N. Lucasi*, déterminés par H. Douvillé, se trouvent en Algérie au-dessus des couches à grandes Nummulites. Enfin, M. Mengaud écrit : « Certaines espèces de petites Nummulites persistent et leur présence seule dans certains bancs ne permet pas d'attribuer à ces derniers une place précise dans l'échelle stratigraphique. »
(*C. R. Somm. S. G. F.*, fasc. 14, 1938.)

Assilines granulosa

Cette espèce est citée par Benoist dans le niveau inférieur du forage du Parc avec *Ass. mamillata.* Tous les échantillons désignés comme *Ass. mamillata,* que nous avons pu voir, appartiennent en réalité à une variété peu granuleuse, presque lisse, d'*Ass. granulosa.*

Assilines spira

Les échantillons de Lamarque et de Bordeaux se rapportent aux formes presque lisses, à filet et cloisons visibles extérieurement, dont on a fait *Ass. planospira.* Cette forme se rencontre dans le Lutétien inférieur de Bastennes (Landes) et d'Urcuit (Basses-Pyrénées). L'association *Ass. granulosa,* qui est une espèce de l'Eocène inférieur, *Ass. spira,* qui est une espèce du Lutétien inférieur et moyen, se rencontre dans le Lutétien inférieur d'Urcuit.

Les échantillons de Pédelail sont assez rares et en mauvais état. H. Douvillé, qui a pu cependant en examiner plusieurs et faire une bonne préparation de l'un d'eux, les attribue à *Ass. planospira* et écrit au sujet de cette espèce : « Pour *Ass. planospira* le type est de Bastennes défini comme forme lisse, très plate, dont les tours de spire sont marqués par une arête saillante; elle serait translucide et on peut distinguer les cloisons, dit Boubée. D'Archiac dit même que les cloisons sont apparentes à tous les âges. Ce sont bien les caractères de l'échantillon de Pédelail et aussi des échantillons de Castelvieil bien différents certainement de l'*Assilina exponens* de Baigts (en Chalosse). Sur les échantillons de Bastennes on voit apparaître les granules, ce qui les rapproche d'*Assilina granulosa;* ils présentent aussi des analogies avec *Assilina spira.* C'est bien un groupe ancien pouvant remonter dans le Lutétien. » (Note inéd., février 1934.)

Les Assilines de la base du Calcaire de Blaye *et* de Pédelail *appartiennent à la faune du Lutétien inférieur et moyen.*

Nummulites irregularis

On trouve à Pédelail, par lavages, une petite Nummulite de 3 à 5 millimètres de diamètre, et de rares individus plats de 8 à 10 millimètres. H. Douvillé, qui examina nos échantillons, attribua ces différentes formes à *N. irregularis* A et B : « J'ai fait, écrit-il, une préparation pensant que c'était vraisemblablement *N. striatus* mais c'était seulement *N. irregularis* A. » « Une préparation m'a fait voir qu'une des Nummulites plates était en réalité *N. irregularis* B. » (Note inéd., mai 1934.)

Les individus recueillis dans le falun de la partie nord du vallon de Pédelail se trouvent, fortement roulés, avec des débris de Mollusques. On pourrait penser qu'ils proviennent d'un gisement d'un terrain d'âge antérieur, démantelé et remanié. Mais on ne saurait admettre cette hypothèse pour ceux qui se rencontrent dans les argiles sableuses fossilifères du gisement classique, dont la faune de Mollusques, à Pélécypodes généralement valvés, est bien en place et exclut toute idée de phénomène de transport.

Avant de parler de cette espèce à Pédelail il faut faire disparaître une contradiction qui résulterait de la présence, dans les Marnes à *Xanthopsis*, inférieures au gisement de Pédelail, de *N. pulchellus* von Hantken du Bartonien, espèce citée par M. Abrard en 1932 [13, p. 17].

H. Douvillé ayant examiné de nouveaux échantillons nous écrivit : « J'ai été surpris de retrouver dans ces échantillons tous les caractères de *N. irregularis* et en particulier la grande épaisseur de la lame spirale signalée comme très mince dans *N. pulchellus*. Les cloisons sont peut-être en moyenne plus raides et moins courbées que dans le type, comme l'avait fait observer M. Abrard, et je n'oserais, d'après une simple préparation, en faire une espèce distincte; on pourrait la désigner comme « aff. *irregularis*. » (Note inéd., avril 1934.)

Peu de temps après, M. Abrard modifiait sa manière de voir et admettait que l'espèce de Horsarieu pouvait n'être « qu'une prémutation de *N. pulchellus* » (Note inéd., juillet 1934).

Les conclusions provisoires de M. Abrard et H. Douvillé ne pouvant avoir d'intérêt pour la stratigraphie, nous avons jugé indispensable de faire une étude complète de l'espèce de Horsarieu. Au cours de nos observations, qui ont porté sur plusieurs centaines d'individus, nous avons été frappé par les grandes variations de la forme extérieure et des caractères internes.

1° *Formes plates.* — De 1 à 3 millimètres, bouton médian saillant et bords tranchants; de 3 à 5 millimètres tour de spire largement déroulé, Nummulite operculiforme à filets plus ou moins incurvés et à bouton médian plus ou moins saillant; adultes très variables de forme; certains, à enroulement très irrégulier, ont le bord sinueux et ondulé, d'autres, à spire régulière, sont circulaires : taille de 10 à 20 millimètres.

Les formes à enroulement irrégulier montrent, en section équatoriale, une spire épaisse et très irrégulière; les cloisons peuvent être courbes, très obliques et irrégulièrement espacées. Les formes à enroulement régulier ont des cloisons serrées régulièrement espacées et courbes seulement à leur extrémité. La lame spirale est moins forte; il semble que le grand développement des cloisons se

substitue fonctionnellement à la diminution d'épaisseur de la lame spirale.

C'est à ce type régulier extrême, rarement parfaitement réalisé, que correspond le type figuré par M. Abrard [13].

2° *Formes globuleuses.* — On peut recueillir en abondance des échantillons de toutes les tailles de 1 à 10 millimètres, sans bouton médian et à faces convexes. Le plus grand nombre appartient à des formes A, mais au-dessus de 5 millimètres il n'y a plus que des formes B.

Certains individus ne réalisent pas une forme circulaire; ils ont une lame spirale irrégulière, épaisse et à enroulement serré, des cloisons obliques et des loges très irrégulières. D'autres présentent une forme lenticulaire parfaite. En section équatoriale tous montrent une spire régulière et serrée. La lame spirale reste, dans certains cas, très épaisse et occupe plus de place que les chambres; les cloisons sont courtes et obliques.

Mais, certains individus, en conservant le resserrement et la régularisation de la spire, abandonnent le caractère différentiel spécifique et présentent une lame spirale mince; ainsi se trouve réalisé un type de loges, qui rappelle de près des formes anciennes telles que *N. planulatus.* Ces individus lenticulaires, radiés et à spire régulière, se rapprochent aussi de *N. striatus.*

H. Douvillé et M. Abrard, qui voulurent bien examiner nos préparations des Nummulites de Horsarieu, furent d'accord pour y reconnaître *N. irregularis* typique. M. Abrard écrivit à ce sujet : « La série de Nummulites me convainc entièrement, il s'agit bien en effet de *N. irregularis* et c'est le fait d'être tombé sur des échantillons un peu aberrants qui m'a induit en erreur. » (Note inéd., décembre 1934.)

Répartition de N. irregularis *dans la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine*

Eocène inférieur. — Gan, Bos-d'Arros : Calcaire à *Alv. oblonga* de Lapêche (Landes).

Lutétien. — 1° Marnes à *Xanthopsis :* Sainte-Colombe, Horsarieu, Doazit, Cassen (coll. M. Neuville) ;

2° Bastennes (Le Prim), avec *N. complanatus, N. Murchisoni, Ass. spira, Ass. planospira;*

3° Caupenne (Castelvieil) et Bergouey, avec *N. complanatus, Ass. planospira;*

4° Saint-Barthélemy (Hicaubé), avec *N. lævigatus, N. scaber, N. atacicus, N. Murchisoni, Ass. spira, Ass. granulosa;*

5° Urcuit (base), avec *N. crassus, N. uroniensis, N. distans, Ass. spira.*

N. irregularis, *accompagné d'*Ass. spira *ou de formes voisines de cette espèce, entre dans des associations variables qu'on trouve dans des couches qui sont toujours situées au-dessous des Calcaires à* N. aturicus *et* Ass. exponens *du Lutétien supérieur.*

Cette conclusion, par le grand nombre de faits qu'elle englobe, possède une valeur objective certaine. Elle rejoint, en les renforçant, les conclusions semblables qui avaient été tirées de la répartition des Echinides et des deux espèces précédentes, O. complanatus *et* Alv. elongata.

COMPOSITION DE L'ÉTAGE LUTÉTIEN EN GIRONDE

PALÉONTOLOGIE

L'étude de chaque groupe paléontologique montre que la faune du Calcaire de Blaye *est exclusivement lutétienne. De plus, les espèces de Foraminifères établissent d'une manière précise que cette faune ne représente pas l'échelon le plus élevé de la faune lutétienne générale de l'Aquitaine.*

Cette conclusion confirme les résultats qui avaient été obtenus par l'étude du *Calcaire de Blaye* dans les forages et dans les affleurements.

Stratigraphie, tectonique et paléontologie concourent à placer ce Calcaire dans le Lutétien et à admettre encore dans cet étage un niveau plus élevé représenté par les couches marines et lacustres de Plassac.

La seconde partie de cette conclusion remet en question les arguments d'ordre paléontologique qui avaient fait rapporter ces couches au Bartonien. Quelques espèces seulement avaient servi à fonder cette attribution.

Ostrea cucullaris

La petite Huître des environs de Plassac ne possède qu'une ressemblance lointaine avec celle des Sables de Beauchamps; elle est plus lamelleuse, plus irrégulière de forme et possède un crochet bien plus aigu.

O. cucullaris ne se rencontre pas sur la rive droite en dehors

des gisements du Sud de Blaye. L'incertitude qui existe au sujet de la détermination de cette espèce se trouve bien marquée par le changement d'opinion de LINDER, de 1881 à 1897. Cet auteur, après avoir suivi l'opinion commune, écrit en 1897 : « cette *Ostrea,* jadis confondue avec *O. cucullaris,* est en réalité très voisine d'une Huître commune dans les Sables de Beauchamps et dont les caractères sont intermédiaires à ceux des *O. cubitus* et *flabella.* »

Il est regrettable qu'un fossile d'une signification si incertaine et si peu constant ait été choisi pour caractériser une formation. Mais, comme aucun terme commun ne pouvait être retenu, et pour respecter la tradition, nous avons conservé l'expression « couches à *O. cucullaris* », mais dans un sens en quelque sorte purement nominal. Le plus souvent nous employons l'expression plus indéterminée, mais plus juste, de *couches marines de Plassac.*

Limnea longiscata

C'est à la citation de cette espèce par MATHERON qu'est dû le rapprochement du *Calcaire de Plassac* et du *Calcaire de Saint-Ouen.* Mais la détermination de MATHERON est discutable. BENOIST se montre à ce sujet moins affirmatif que MATHERON : il cite dans le *Calcaire lacustre de Plassac* « une grande *Limnea* voisine de la *longiscata* » [38, p. 19].

D'autres auteurs observent une réserve semblable à l'égard de la même espèce rencontrée dans le Calcaire lacustre qui surmonte le *Calcaire de Pédelail* (Landes). JACQUOT écrit à ce sujet [221, p. 357] : « On y trouve des planorbes et une grande Limnée ayant, d'après M. MUNIER-CHALMAS, beaucoup d'analogie avec la *Limnea longiscata* du *Calcaire de Saint-Ouen.* »

M. ABRARD situe l'espèce de Plassac et des Landes dans le « groupe de *L. longiscata* ».

Enfin MM. JOLOT et DE LAPPARENT ont décrit récemment, dans le Lutétien continental méridional (Provence), « une grande Limnée qui se rattache au groupe de *Limnea (Galba) longiscata* ».

BENOIST, JACQUOT, MUNIER-CHALMAS et M. ABRARD ne vont pas plus loin dans la détermination de l'espèce de Plassac. Il reste au moins acquis, selon MM. JOLOT et DE LAPPARENT « que le groupe *Limnea longiscata* débute avec cette espèce lutétienne ». L'espèce méridionale ou une forme équivalente ont

pu exister dans le Lutétien continental du Bassin d'Aquitaine. Mais, même s'il était prouvé que l'espèce de la Gironde est bien *L. longiscata* on ne pourrait donner à cette espèce la signification et l'importance que leur attribue MATHERON et cela pour trois raisons.

1° *L. longiscata* n'est pas spéciale au *Calcaire de Saint-Ouen* mais se trouve également, dès la base du Bartonien continental, immédiatement au-dessus de la dernière assise lutétienne [1, p. 179].

2° « Les Mollusques continentaux à évolution très lente sont encore moins utilisables que les Mollusques marins. » [1, p. 299.]

3° Certaines espèces de Mollusques continentaux ont pu, comme d'autres espèces marines, n'envahir les régions du Nord qu'après avoir vécu, durant la période antérieure, dans les régions méridionales.

Ce fait, qui s'observe pendant l'Eocène pour tous les groupes zoologiques, est d'autant plus applicable aux espèces continentales que celles-ci ont une propagation plus difficile que les espèces marines.

Pour toutes ces raisons, il est impossible d'accorder une signification stratigraphique à la grande Limnée du Calcaire lacustre de Plassac.

Palœotherium girondicum BLAINV.

Enfin MATHERON a été certainement influencé par la découverte de *Palœotherium girondicum* BLAINV., par JOUANNET, dans des couches de Plassac.

A cette époque, le genre *Palœotherium* était considéré comme caractéristique du gypse parisien. GOSSELET, en 1863, s'était appuyé principalement sur la découverte de JOUANNET pour placer au niveau du « gypse » toute la série de Blaye, le calcaire marin compris.

En 1867, après que les distinctions établies par MATHERON eurent été admises, la discussion qui s'engagea entre cet auteur, GOSSELET et TOURNOUER, au sujet des « *restes paléothériens trouvés dans les couches inférieures du Coteau de Sainte-Luce* » (étiquette de JOUANNET), montre bien l'importance que l'on attachait à ce moment à la position exacte de ces restes.

Cette discussion n'a plus d'intérêt maintenant que l'on sait

que le genre *Palœotherium* se trouve déjà dans le Lutétien.

M. Abrard [1, p. 339] cite dans le Lutétien lagunaire du Bassin de Paris : *Propalœotherium* cf. *argentonicum* Gervais (environs de Paris) ; *Propalœotherium* cf. *parvulum* Laurillard (Gentilly) ; *Propalœotherium eocœnum* Gervais (Nanterre).

Le même auteur écrit : « Ainsi que le fait remarquer Stehlin, il est intéressant d'y rencontrer un véritable *Palœotherium*, beaucoup d'auteurs considérant ce genre comme débutant dans le gypse, quoique Gervais ait, depuis très longtemps, signalé *Palœotherium eocœnum* dans le Lutétien lagunaire. » [1, p. 360.]

Ainsi, la présence des restes de Palœotherium *dans les couches de Plassac n'oblige pas à placer ces couches dans le Bartonien plutôt que dans le Lutétien supérieur.*

Nummulites variolarius

Il faut rappeler ici le cas de cette espèce qui a beaucoup contribué à faire placer les couches de Plassac dans le Bartonien.

Ce nouvel argument, d'ordre paléontologique, ne résiste pas à l'analyse pour de nombreuses raisons :

1° Le relevé de certaines parties du forage du Parc Bordelais n'a pas été fait d'une manière assez précise pour être considéré comme rigoureusement exact (Renseignements oraux fournis par M. Castex).

2° La petite Nummulite radiée, signalée dans la couche 10, n'a jamais été d'une manière certaine identifiée comme étant *N. variolarius*.

3° L'existence de cette espèce dans les bassins méridionaux n'a jamais été prouvée; tous les auteurs s'accordent à la considérer comme une forme spéciale aux régions du Nord.

4° Il existe une petite Nummulite radiée dans tous les niveaux du *Calcaire de Blaye* qui rappelle par sa taille et sa forme *N. variolarius*, mais qui ne peut être rapportée à cette espèce. Benoist la rapproche de *N. Guettardi (= N. subatacicus)*.

5° Les découvertes récentes dans les couches éocènes de l'Afrique du Nord ont révélé que les petites Nummulites ont vécu dans la Mésogée pendant tout l'Eocène, et qu'elles ne peuvent pas, par conséquent, servir pour la stratigraphie.

La citation de *N. variolarius* dans la couche 10 du Parc Bor-

delais, considérée comme représentant la couche à *O. cucullaris,* a fait penser que cette Nummulite se trouvait également à Blaye sur le *Calcaire de Blaye,* ce qui n'est pas.

La phrase suivante de M. Abrard pourrait permettre cette confusion : « Le Calcaire de Blaye très bien situé stratigraphiquement entre des couches à *N. variolarius* et des couches renfermant des Nummulites du Lutétien inférieur, doit être placé dans le Lutétien supérieur. » [10, p. 16.]

La confusion créée par le déplacement de sens des termes du langage, trouve son aboutissement dans le diagramme général des « *synchronismes des terrains tertiaires du Bassin de l'Aquitaine* » de J. Blayac, de 1930 [88] ; au-dessus du *Calcaire de Blaye,* les couches à *O. cucullaris* sont devenues les « Marnes à *N. variolarius* », bien qu'il n'y ait ni « Marnes », ni « Nummulites ».

Nous sommes, avec cette conclusion, très loin des données initiales et des faits réels.

Le cas de *N. variolarius* est du moins très significatif pour montrer les inconvénients de l'emploi de termes imprécis et de l'utilisation, pour la stratigraphie, d'espèces dont la détermination et la signification sont incertaines.

En résumé, les espèces O. cucullaris, Limnea longiscata, Palœotherium girondicum *et* N. variolarius *ne permettent en aucune manière, même au simple titre de probabilité, l'attribution des* couches marines et lacustres de Plassac *au Bartonien.*

RELATIONS ENTRE LE LUTÉTIEN DE LA GIRONDE ET L'ENSEMBLE DES TERRAINS EOCÈNES DU SUD-OUEST DU BASSIN D'AQUITAINE.

La distribution des Foraminifères dans les couches éocènes de la Gironde, rapprochée de celle que l'on peut établir dans l'Eocène des Landes et des Basses-Pyrénées, se trouve représentée d'une manière synthétique dans le tableau de la figure 31.

Commentaire : explication de la figure 31.

Colonne 5 : Dans cette colonne sont reportés les niveaux distingués dans l'Eocène inférieur et dans l'Eocène moyen : zones I, II, III, IV, V et VI. Les zones VII et VIII correspondent, par suite, respectivement, aux *couches marines et lacustres de Plassac.*

Colonne 4 : Chaque zone est représentée avec le facies dominant qui la caractérise et avec l'épaisseur moyenne qu'elle possède dans les deux *synclinaux de Pauillac* et *de Bordeaux* (1 millimètre représente 2 mètres).

A gauche, sous la forme d'une mince colonne en noir, sont figurées les épaisseurs globales de l'Eocène inférieur, du *Calcaire de Blaye* et des *couches de Plassac* de la région de l'*anticlinal Listrac-Blaye.*

Les espèces de Foraminifères (1 à 15) sont rapportées, en distribution verticale, dans les zones successives d'après la place où elles ont été rencontrées dans les couches traversées par les forages.

Les nombres correspondent aux espèces suivantes :

1. *O. complanatus.*
2. *Alv. elongata.*
3. *N. uroniensis.*
4. *N. crassus.*
5. *N. Lorioli.*
6. *N. aturicus.*
6'. *N. aturicus* (f. 56).
7. *N. aquitanicus.*
8. *N. planulatus.*
9. *N. Guettardi.*
10. *N. Lucasi.*
11. *Ass. granulosa.*
12. *Ass. spira.*
13. *Ass. exponens*
13'. *Ass. exponens* (f. 56).
14. *N. irregularis.*
15. *N. striatus.*
15'. *N. striatus* (f. 56).

Colonne 3 : La distribution de ces mêmes espèces, désignées par les mêmes nombres, est reportée dans la succession des terrains de l'Eocène inférieur et moyen des Landes et des Basses-Pyrénées.

Colonne 2 : Les divisions de l'Eocène moyen adoptées sont celles qui sont généralement admises par tous les auteurs qui ont étudié la région.

Colonne 1 : Les chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6 indiquent les zones de Nummulites distinguées dans le tableau de répartition des Echinides de la figure 30. Les nombres I, II, III, IV, V correspondent à la distribution des terrains éocènes dans le Nummulitique de la Chalosse de la figure 24.

La comparaison des faunes de Foraminifères des Landes et de la Gironde, pendant l'Eocène inférieur et moyen, fait ressortir une grande ressemblance. Pendant l'Eocène inférieur, la même faune se développe dans tout le Bassin d'Aquitaine. Une espèce, *N. irregularis,* ne pénètre pas dans le *synclinal girondin.*

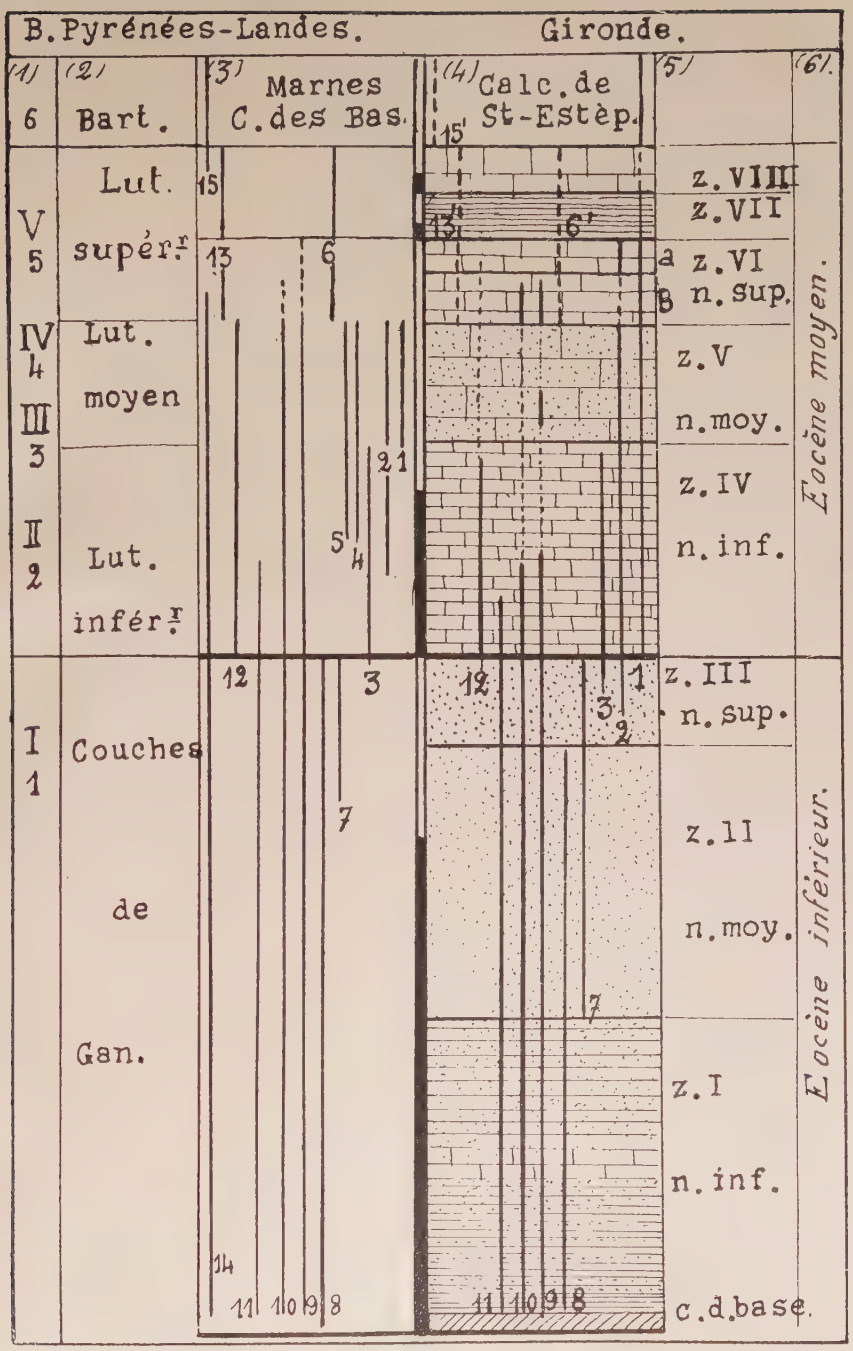


Fig. 31. — Répartition des Foraminifères dans l'Eocène de la Gironde et de la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine. (Explications dans le texte.)

Pendant l'Eocène moyen la faune de Foraminifères des Landes fait des incursions dans le *Bassin girondin,* assez générales pendant le Lutétien inférieur et très rares à partir du Lutétien moyen. Du moins les espèces restent cantonnées dans les eaux profondes du centre du synclinal, vers Arcachon, et n'envahissent pas les bordures.

Au point de vue stratigraphique il existe une correspondance étroite entre les divisions du Lutétien des Landes et les niveaux distingués dans le *synclinal girondin.*

Les trois parties du Lutétien correspondent successivement, dans les deux régions, à une transgression (Lutétien inférieur = niveau inférieur), une régression (Lutétien moyen = niveau moyen) et une nouvelle transgression (Lutétien supérieur = niveau supérieur). Mais celle-ci est suivie d'une régression qui se manifeste sur les bordures des synclinaux par la formation de dépôts lagunaires et lacustres (zones VII et VIII).

L'étage Lutétien, dans la Gironde, comprend donc trois divisions : un Lutétien inférieur formé par la moitié environ de l'épaisseur du Calcaire de Blaye *(zone IV), un Lutétien moyen composé de couches détritiques (zone V) et un Lutétien supérieur représenté par le niveau supérieur (zone VI) et les* couches marines et lacustres de Plassac *(zones VII et VIII).*

Les cinq zones de l'Eocène moyen correspondent à des périodes distinctes. Les changements de facies qui les caractérisent sont dus à des mouvements tectoniques dont chacun est représenté, sur la bordure nord du bassin, par une lacune et une discordance angulaire plus ou moins importantes (Littoral de Saint-Palais, fig. 21, IV).

La continuité de la sédimentation dans le centre du synclinal girondin *ne correspond pas par conséquent à un enfoncement uniforme du fond. Le mouvement d'ensemble d'abaissement est coupé par des oscillations brusques qui en modifient le rythme et peuvent même en changer le sens.*

Nous avons admis, à titre d'hypothèse, à la fin de l'étude de l'Eocène moyen dans les forages, que l'accroissement de l'intensité des mouvements du sol dans le *synclinal girondin* pouvait être l'expression directe, quoique atténuée, d'un même accroissement de l'activité orogénique dans la région pyrénéenne.

Le parallélisme qui existe dans la succession des dépôts et des faunes des Landes et de la Gironde prouve le synchronisme

des mouvements du sol. Mais ce synchronisme est masqué par la formation d'unités tectoniques secondaires qui impriment à la sédimentation, et par suite aux faunes, des caractères propres à chaque synclinal. Ce sont ces différences qui avaient empêché jusqu'ici de découvrir les relations que nous venons d'établir entre l'Eocène moyen de la Gironde et les formations correspondantes du Bassin d'Aquitaine.

COMPOSITION DE L'ÉTAGE LUTÉTIEN DANS LA GIRONDE ET DANS LE BASSIN DE PARIS

La division du Lutétien en cinq zones convient parfaitement pour représenter les phénomènes généraux dont le *synclinal girondin* a été le siège pendant l'Eocène moyen.

Mais elle n'est plus exactement applicable aux synclinaux du Sud-Ouest de l'Aquitaine où l'échelle des Foraminifères permet de distinguer seulement trois parties, correspondant au Lutétien inférieur, moyen et supérieur.

Pour avoir une division plus générale il faut, en se reportant aux règles de la constitution des étages, faire débuter chaque partie avec le début d'une transgression.

D'après cette règle on voit que *les cinq zones du Lutétien de la Gironde n'ont pas la même signification : elles représentent en réalité deux périodes, caractérisées chacune par une transgression et une régression.*

La première comprend les zones IV (transgression) et V (régression); la seconde, les zones VI (transgression), VII et VIII (régression).

Le Lutétien se trouva ainsi divisé en deux parties : le Lutétien inférieur (zones IV et V) et le Lutétien supérieur (zones VI, VII et VIII).

M. Abrard adopte une division voisine pour le Lutétien du Bassin de Paris et donne la même signification à chacune des deux parties.

Son Lutétien supérieur débute avec la transgression qui amène dans le Bassin de Paris des espèces du Sud dont *Orbitolites complanatus, Stylocœnia monticularia* et *Madrepora ornata.*

Par rapport aux divisions établies par M. Abrard, le parallélisme, entre le *Bassin girondin* et le Bassin parisien, s'établit de la manière suivante :

DIVISIONS	BASSIN DE PARIS (d'après M. ABRARD)		BASSIN DE LA GIRONDE
Lutétien supérieur	Couches saumâtres (facies latéral)	Zone IV	Zone VIII. Calc. lacustre de Plassac. Zone VII. Couches à *O. cucullaris* et *S. intermedia.* Zone VI. *a)* Calc. à Mollusques (Cérithes) et Echinides. *b)* Calc. compact à Milioles.
	Couches marines (ancien calcaire grossier moyen)		
Lutétien inférieur	Couches à Echinides ..	Zone III	Zone V. Niveau moyen. Zone IV. Niveau inférieur.
	Couches à Nummulites (ancien calcaire grossier inf^r^)	Zones I et II	

On voit, d'après ce tableau, qu'il existe une correspondance étroite entre les différentes parties qui composent le Lutétien des deux bassins. Ce parallélisme indique que la sédimentation était sous la dépendance des mêmes causes générales.

Celles-ci paraissent consister dans les déplacements verticaux, affaissements et soulèvements, du grand massif Hercynien du centre de la France, sous l'influence des poussées orogéniques qui provoquaient la surrection des Pyrénées.

Les Bassins de Paris, de la Basse-Loire et de la Gironde, qui étaient adossés à ce massif au Nord, à l'Ouest et au Sud-Ouest, durent être entraînés ensemble dans ces mouvements. Le parallélisme qui existe dans la succession des couches, les déplacements des rivages et les conditions de vie, serait ainsi la traduction d'un véritable synchronisme des mouvements du sol.

TABLEAU GÉNÉRAL DES SYNCHRONISMES

Les relations des différentes parties du Lutétien de la Gironde avec les formations correspondantes du Sud, de l'Ouest et du Nord de la France se trouvent résumées dans le tableau des synchronismes (1) ci-contre :

(1) Dans les colonnes 1, 2, 3, 4, la succession des terrains représente une superposition réelle. Pour le Bassin de Paris (colonne 5), il faut considérer que les terrains qui composent la zone IV peuvent représenter des facies latéraux équivalents. La disposition adoptée traduit cependant une tendance générale de la sédimentation pendant la deuxième partie du Lutétien supérieur du Bassin de Paris.

SYNCLINAUX	PÉDELAIL	BASSIN GIRONDIN	BASSE-LOIRE	BASSIN DE PARIS
Auréole V de la Chalosse.		ZONE VIII	6e zone de VASSEUR	Zone IV de M. ABRARD
Calcaires à *N. aturicus* et *Ass. exponens* de Montfort, Gibret, La Gourèpe.	-- Pédelail — Ste-Colombe	*Calcaires lacustres et lagunaires* — *Plassac* — *Argiles vertes et jaunes* — *Plassac* — *Sables fluviatiles du Libournais*	— Cambon — -- Bois-Gouët — Cambon	Saint-Gobain - Couches à *C. lapidum.*
		ZONE VII		
Calcaire gris verdâtre, d'Arcachon, de 403 à 454 m.	Calcaire blanc argileux. ←	Couches à *O. cucullaris* de Plassac. Couches à *Corbula* de Saint-Estèphe. Calcaire de Couquèques à - *Sismondia intermedia* -	Grès à végétaux de Bois-Gouët. C. à *Corbula* de Cambon.	Banc Vert Caillasses C. à *Cerithes.* -→ Cotentin
		ZONE VI		
Calcaire gris d'Arcachon, de 454 à 464 m. 50 à *N. aturicus* *Ass. exponens* *N. complanatus* *Ass. spira.*	Calcaire à Milioles. ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ←	*Couches à Mollusques et Echinides de Blaye et de Couquèques* (couches 2) à *Lithocardium dilatatum* -- *Gonocardium Heberti* -- - *Corbis subpectunculus* - — *Cerithium costatum* — — *C. parisiense* — — *C. lamellosum* — — *C. tricarinatum* — -- *C. serratum, C. tiara* -- — *C. interruptum* — — *C. angulosum* — — *C. angulatum* — *Stylocœnia monticularia* — *Madrepora ornata* —	4e et 5e zones de Cambon et de Bois-Gouët à *Lithocardium Tournoueri.*	Calcaire grossier moyen. Couches à *Lithocardium aviculare.* -→ Cotentin → -→ Cotentin → → → → → → → → → → →
	←	*Calcaire à Milioles* (couche 1) et à *Orbitolites complanatus*		Calcaire à Milioles. →
		ZONE V (niv. moyen)		Zone III
Auréoles III et IV. Calcaires de Caupenne, Donzacq, ← Bastennes, Brassempouy ← ← *Ass. spira* ← *N. irregularis* *N. complanatus* *N. Lorioli.*	Calcaire à Mollusques de Pédelail. — ← — — —	*Calcaires de Saint-Palais Saint-Nicolas et Listrac* - *Echinolampas Archiaci* - *Lenita patellaris* — — *Ostrea flabellula* — — *Alveolina elongata* — *Orbitolites complanatus* →	3e zone Calcaire d'Arthon. → → → →	Couches à Echinides. → → →
Auréoles II Marnes à *Xanthopsis* et *N. irregularis.*		ZONE IV *Niveau inférieur du Calcaire de Blaye.* Saint-Palais inférieur.	1re et 2e zones à *N. Brongnarti.*	Zones I et II à *N. lævigatus.*

CHAPITRE III

L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

Le Calcaire de Saint-Estèphe et les Marnes blanches du Médoc

Historique.

Description.

Région du synclinal de Pauillac.

ZONE IX.

Niveau inférieur : Calcaire de Saint-Yzans et de Bégadan (IX^{a}).

De Pauillac à Saint-Yzans.

De Saint-Yzans à Bégadan (fig. 33, 34).

Niveau supérieur : Calcaire de Saint-Estèphe s. str. (IX^{b}).

Saint-Julien-Beychevelle, Pauillac.

Saint-Estèphe.

Saint-Seurin-de-Cadourne, Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac.

Blaignan, Civrac, Bégadan (fig. 35, 36).

ZONE X : MARNES ET ARGILES A *S. occitana* ET *O. bersonensis*.

Saint-Estèphe, Vertheuil, Pauillac.

Saint-Germain-d'Esteuil.

Ordonnac, Blaignan, Civrac (fig. 35, 36).

Région de l'anticlinal Listrac-Blaye.

Rive gauche.

Listrac, Moulis (fig. 37).

Margaux, Cantenac.

Rive droite (fig. 38).

Roque-de-Tau, Lansac.

Blaye, Saint-Christoly-de-Blaye, Saugon.

Région du synclinal de Bordeaux.

Bourg, Saint-André-de-Cubzac, Libourne.

Saint-Loubès, Yzon, Vayres, Arveyres.

Bruges, Bordeaux.

Vallée de la Garonne de Bordeaux à Langon.

Arcachon (forage des Abatilles).

Résumé et conclusions.

RÉSUMÉ : composition des zones IX et X.

CONCLUSIONS : les phénomènes de subsidence et la sédimentation de l'Eocène supérieur (fig. 39).

La faune de l'Eocène supérieur.
Mollusques.
Echinides (fig. 40).

Composition de l'Eocène supérieur. Tableau des synchronismes.

HISTORIQUE

La formation calcaire de la région de Saint-Estèphe, jusqu'en 1867, avait été réunie à celle de Couquèques sous le nom général de « *Calcaire du Médoc* ». Sur la rive droite, Gosselet avait cependant, dès 1863, distingué un « calcaire marin à Orbitolites » n° 5, qui se trouvait séparé de celui de Blaye par les couches de Plassac n°s 3 et 4 (fig. 3, coupe 3).

En 1867, Matheron adopta, pour la couche 5, l'appellation *Calcaire de Saint-Estèphe* et définit d'une manière précise cette formation.

Benoist, en 1888, proposa une désignation nouvelle, « Calcaire à *Sismondia* », ces terrains existant « sur un grand nombre de points autres que ceux reconnus dans la commune de Saint-Estèphe » [38, p. 21].

Mais la nouvelle expression est également défectueuse : le fossile indiqué comme caractéristique existe dans tout l'Eocène supérieur; il est très abondant dans les marnes supérieures au véritable *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Nous conserverons donc la désignation de Matheron, adoptée par Linder et Vasseur et généralement employée depuis.

Le Calcaire de Saint-Estèphe, d'après Matheron

Le caractère transgressif de la nouvellle formation marine est défini par Matheron de la manière suivante : « ... la mer revient dans la contrée, mais elle n'y revient qu'à la suite de phénomènes qui ont profondément modifié le relief du sol. Certaines couches ont été tantôt emportées, tantôt simplement dénudées et la mer se trouve dans des relations telles avec les couches lacustres 4, que, tandis qu'elle peut les recouvrir ici de ses eaux et de ses sédiments, là, ces couches forment des rivages, contre lesquels viennent expirer, en s'amincissant de plus en plus, la masse liquide et ses dépôts calcaires sableux et coquilliers. » [263, p. 206.]

Une nouvelle description de la transgression, en 1878, est encore plus précise et mérite d'être citée en entier : « Il est permis de penser, écrit Matheron, que les traces d'anciens rivages ne sont pas toutes contemporaines et qu'elles dénotent à l'égard des eaux de la mer une marche graduelle au-dessus du calcaire lacustre. Ce qui

nous paraît prouver qu'il y a eu de la sorte plusieurs rivages concentriques, c'est le mode de recouvrement en biseau du calcaire marin au-dessus du calcaire lacustre, mode qui a eu pour conséquence naturelle de ne pas permettre aux premières couches marines de s'avancer au delà d'une certaine limite que des dépôts subséquents ont pu franchir à mesure que l'eau de mer gagnait en étendue et déplaçait son rivage. Ce mouvement a dû s'effectuer à peu près dans la direction du NO vers le SE et cette disposition en biseau de l'ensemble des dépôts du Calcaire de Saint-Estèphe, explique comment il se fait qu'il existe dans le Médoc, aux environs de Saint-Yzans et de Bégadan, à la base du calcaire de Saint-Estèphe, des couches marines particulières qu'on ne rencontre pas plus aux environs de Pauillac que dans le Blayais. » [264, p. 8.]

Cette vue générale de la transgression du Calcaire de Saint-Estèphe *constitue une page remarquable et sans doute définitive de l'histoire de l'Eocène de la Gironde.*

Il résulte de cette description, que la composition du *Calcaire de Saint-Estèphe* varie dans les différentes parties du Bassin, et qu'il *existe, entre la formation lacustre et la formation marine, une lacune d'autant plus importante qu'on s'avance dans la direction du Sud-Est.*

C'est ainsi que Matheron, sans préciser la signification des différentes couches, distingue cinq zones dans l'ensemble du *Calcaire de Saint-Estèphe*.

La première zone, « formée par quelques couches calcaires dans lesquelles abondent des fossiles spéciaux..., ne paraît exister que dans le Médoc ». C'est le *Calcaire de Saint-Yzans* et *de Bégadan;* ce sera le « calcaire à Milioles et à Orbitolites » de Benoist, auquel il faudra joindre ses « couches fluvio-marines de Saint-Yzans ». Nous appellerons cet ensemble le *niveau inférieur du Calcaire de Saint-Estèphe* ou la zone IX[a].

La deuxième zone est constituée par le *Calcaire de Saint-Estèphe* proprement dit. « Ce calcaire occupe dans le Médoc une assez large bande qu'on peut suivre depuis Pauillac jusqu'aux environs de Saint-Vivien. Il est beaucoup moins développé dans le Blayais et s'y amincit tellement, à mesure qu'il s'avance vers le SE, qu'il n'en existe déjà plus la moindre trace sur une ligne passant par Fontarabie, Plassac, Roque-de-Tau. »

Cette zone, qui comprend le « Calcaire à Echinides » et le « Calcaire à Clavagelles », de Benoist, constituera pour nous le *niveau supérieur du Calcaire de Saint-Estèphe* ou la zone IX[b].

La troisième zone est « moins calcaire et souvent marneuse ». Elle déborde la précédente et se montre sur la rive droite. Benoist appelle ces couches « les argiles à *O. bersonensis* ».

La quatrième zone de Matheron marque une accentuation de la transgression et « dépasse la zone précédente de manière à atteindre

les bords de la Gironde en amont de Roque-de-Tau, où elle se trouve réduite à une mince couche qui s'étend sur les traces de l'ancien littoral ».

Elle est constituée par des « couches calcaires et marneuses avec des myriades de petites Anomies ».

Pour Benoist, et pour tous les auteurs qui suivront, ces couches représenteront le *Calcaire à Anomies*. Mais la question se posera de savoir si elles appartiennent encore au *Calcaire de Saint-Estèphe* ou si elles représentent la base de l'Oligocène.

Enfin, la cinquième zone de Matheron est constituée par des couches à *Ostrea*. En réalité cette zone est mal délimitée par l'auteur qui la présente comme une « continuation de la précédente ». Il s'agit d'un facies littoral à *Ostrea bersonensis* que Matheron ne situe pas et dont la position stratigraphique est mal définie.

L'ensemble des idées de Matheron sur le *Calcaire de Saint-Estèphe* peut être résumé dans le schéma de la figure 32.

Limites et divisions

Limite inférieure

Nous avons montré dans notre description des niveaux supérieurs de l'Eocène moyen autour de Couquèques que le *Calcaire de Saint-Yzans* doit être considéré non comme l'équivalent marin du Calcaire lacustre de Plassac, mais comme le niveau inférieur du *Calcaire de Saint-Estèphe*. Nous sommes ainsi revenu à l'interprétation dernière de Matheron (fig. 32).

En conservant l'ancienne conception de 1867 de cet auteur, Vasseur, Benoist et Linder ont marqué un recul dans l'histoire de la géologie du Médoc.

Divisions

Benoist [34] a donné une description très précise du *Calcaire de Saint-Estèphe*. Nous ferons figurer ici les résultats généraux de son travail, car nous n'aurons d'autre ambition, au point de vue descriptif, que de continuer cette partie de l'œuvre de Benoist, dans les communes de Saint-Seurin-de-Cadourne, Saint-Yzans, Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan, Civrac, Bégadan et Valeyrac.

Nous ne nous séparerons de l'auteur que sur l'interprétation de certaines couches.

Benoist distingue dans le *Calcaire de Saint-Estèphe* deux groupes de couches : « ... l'inférieur comprenant les dépôts marins profonds ou « calcaire à *Sismondia* de Saint-Estèphe », et le supérieur, les « marnes et calcaires à *O. bersonensis* et *Anomia girondica*. » [34, p. 86.]

Ces deux groupes comprennent ensemble cinq zones, soit de haut en bas :

Groupe supérieur	« 5. Marnes blanches et calcaires à *Anomia* et *O. medulensis;* 4. Argile à *O. bersonensis;*
Groupe inférieur	3. Calcaire avec *Clavagella;* 2. Calcaire avec Echinides; 1. Calcaire miliolitique à *Orbitolites.* »

Ces différentes zones sont désignées sur la carte de Benoist [34, pl. II] par les indices C^a (5) ; A^o (4) ; C^c (3) ; C^e (2) ; C^o (1).

Nous reprendrons l'examen de ces zones dans la description des terrains; pour le moment nous nous bornerons à trois remarques importantes :

1° Benoist insiste sur l'existence d'une limite d'érosion et d'une discordance entre les deux groupes.

La surface du groupe inférieur est, écrit-il, « très dure, couverte de Serpules et d'*Ostrea bersonensis* et perforée par une espèce de *Lithodomus* » [34, p. 81]. A la base du groupe supérieur, « on trouve souvent une couche conglomératique contenant une quantité de nodules ou galets ovales légèrement plats. Ces nodules, exclusivement calcaires, ont leur surface presque toujours recouverte par des Bryozoaires, des Serpules et des Balanes. L'intérieur contient souvent le moule interne et l'empreinte d'une ou de plusieurs espèces qui caractérisent la partie supérieure du calcaire de Saint-Estèphe. » [34, p. 92.]

« Il y a donc, après le dépôt des couches à *Clavagella Moulinsi,* un changement dans la forme des dépôts, marqué par cette espèce d'érosion et de dénudation partielle... [p.89]. Au début de la période, les dépôts du groupe supérieur sont venus se déposer contre la tranche des dépôts à *Sismondia* qui venaient de subir un exhaussement. » [p. 90.]

Le *Calcaire de Saint-Estèphe* comprend par conséquent deux parties bien distinctes dont nous ferons les zones IX et X.

2° La troisième zone du groupe inférieur de Benoist, ou calcaire à *Clavagella,* n'est pas générale; elle constitue seulement un facies particulier du niveau supérieur du « Calcaire à Echinides ».

Elle correspond à un dépôt littoral formé au niveau du balancement des marées, au moment où une oscillation tectonique relevait le « Calcaire à Echinides » qui venait de se former.

La zone IX ou *Calcaire de Saint-Estèphe* proprement dit ne comprend donc que deux niveaux.

Le niveau inférieur, dont nous suivrons les variations de facies de

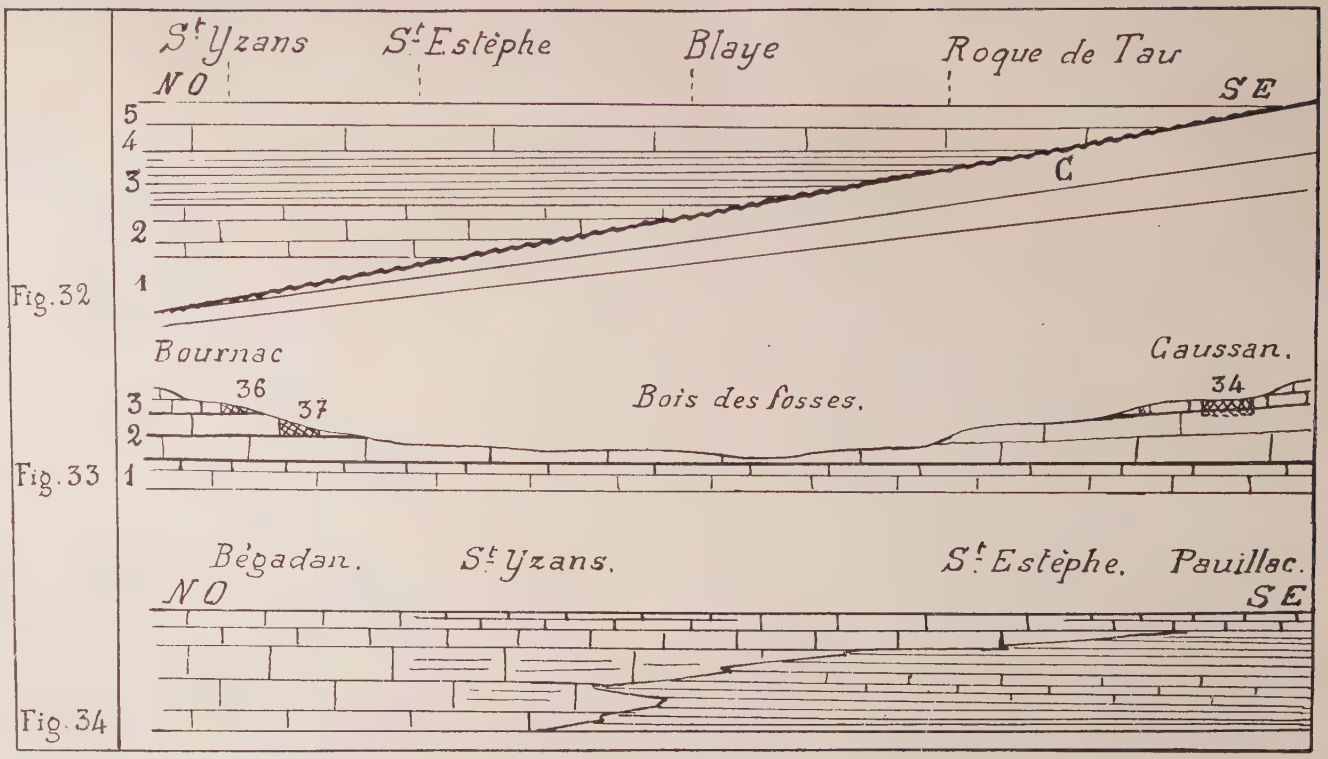


Fig. 32. — La transgression du Calcaire de Saint-Estèphe d'après Matheron.

Fig. 33. — Le niveau inférieur du Calcaire de Saint-Estèphe de Caussan à Bournac.

Fig. 34. — Les facies du niveau inférieur du Calcaire de Saint-Estèphe.

(Explications dans le texte.)

Saint-Estèphe à Bégadan, se termine, à Saint-Estèphe, selon BENOIST, par un « banc supérieur » plus dur, qui renferme un niveau fossilifère [34, p. 87]. Nous retrouvons ce même banc, avec une faune abondante de Mollusques, sur le territoire des communes de Blaignan et de Civrac.

La séparation des deux niveaux de la zone IX correspond par conséquent à une oscillation tectonique de faible amplitude qui change les caractères de la sédimentation et les conditions de vie.

Le « Calcaire à Echinides », qui vient au-dessus, est constitué par des bancs plus tendres, dont la faune, d'abord assez pauvre, s'enrichit à mesure qu'on s'élève jusqu'au banc supérieur qui renferme en abondance des Echinides et des Mollusques.

3° Le groupe supérieur de BENOIST (4e et 5e zones) comprend en réalité deux assises bien différentes.

L'expression « Argiles à *O. bersonensis* » employée par BENOIST pour désigner l'assise inférieure (4e zone) est impropre : il s'agit d'un facies et non d'un niveau. Le fossile caractéristique, *O. bersonensis,* se rencontre partout où la formation de Saint-Estèphe a un caractère transgressif.

Dans le Médoc, on distingue trois niveaux à *O. bersonensis* : base de la première zone, base de la quatrième zone, sommet de la cinquième zone. Les niveaux à *O. bersonensis* qu'on rencontre sur la rive droite, de Blaye à Bourg, ne correspondent pas vraisemblablement à ceux de la rive gauche.

On ne peut donc conserver l'expression *Argiles à O. bersonensis* pour représenter le niveau inférieur de la zone X. Sur le territoire de la commune de Saint-Estèphe, cette argile de la quatrième zone devient, en de nombreux points, marneuse et « complètement blanche ou jaunâtre » (Jullian, Troupian). Ce facies se généralise en se dirigeant vers le NO. Les couches deviennent également plus épaisses; elles atteignent leur plus grande puissance autour de Blaignan et renferment alors *Sismondia occitana* en extrême abondance.

Pour retenir à la fois les facies et les fossiles caractéristiques nous désignerons notre dixième zone (4e zone de BENOIST) par l'expression « Marnes et argiles à *Sismondia occitana* et *O. bersonensis* ». C'est en effet le seul niveau où ces deux fossiles se trouvent associés d'une manière constante. La faune de la zone X est identique à celle de la faune IX.

Il n'en est plus de même pour le *Calcaire à Anomies* (5e zone de BENOIST) dont le type est le Calcaire du Meynieu, près de Vertheuil. *Les couches du Meynieu renferment en effet une faune presque exclusivement oligocène, faune qui passe tout entière dans le* Calcaire à Astéries *et dont nombre d'espèces persistent dans l'Aquitanien : Potamides plicatum* BRUG., *Potamides bidentatum* GRATELOUP,

Venus Aglauræ Brong., *Cardium aquitanicum* Mayer, *Lucina incrassata* Desh., etc.

Benoist explique l'apparition de cette faune de la manière suivante : « ... la faune entre dans une nouvelle phase de développement. A une certaine distance du rivage elle prend un caractère spécial. Les formes éocènes, qui se maintiennent au niveau du balancement des marées, sont remplacées par une faune nouvelle annonçant l'époque tongrienne, sorte de colonie semblable à celles que l'on a observées à la limite des terrains tertiaires et crétacés. » [34, p. 90.]

On ne peut retenir cette explication pour trois raisons :

1° Les éléments qui constituent le *Calcaire à Anomies,* souvent grossiers et sableux, avec des ossements roulés, et la faune où pullulent les *Potamides, Ostrea* et *Anomia,* n'indiquent aucunement une mer plus profonde que celle des couches marneuses précédentes.

2° Le fait observé au Meynieu est général : les couches à Anomies ont une faune de caractère oligocène marqué.

3° Le grand développement des couches à Anomies dans tout le *Bassin girondin* indique qu'il s'agit d'un phénomène plus important que la constitution d'une association faunique locale. Les couches à Anomies débordent les assises précédentes vers le Sud-Est et s'avancent sur les formations continentales qui sont l'équivalent latéral des couches marines de Saint-Estèphe.

Le Calcaire à Anomies *est donc nettement transgressif. Sa formation est due à l'abaissement général du* Bassin girondin *et non à l'approfondissement des synclinaux secondaires : la mer gagne en étendue, mais l'épaisseur des eaux reste faible.* Les conditions de la sédimentation persistent pendant quelque temps et sont très voisines dans toutes les parties du *synclinal girondin* jusqu'à Bourg, Bordeaux et Libourne.

Changement de faune et transgression générale indiquent le début d'une nouvelle période géologique.

Le Calcaire à Anomies, *séparé de l'Eocène, constitue la base de l'Oligocène.*

Limite supérieure

Cette solution a été très controversée.

Pour Matheron, en 1878, le *Calcaire à Anomies* représente le dernier épisode de la transgression du *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Vasseur semble au premier abord adopter les idées de Matheron.

Dans son tableau comparatif des terrains tertiaires on voit en effet les calcaires et marnes à *Anomia girondica* constituer le sommet de l'Eocène supérieur.

« Au point de vue stratigraphique, écrit Vasseur [311, p. 405], il n'y a aucun motif de séparer cet horizon de la formation de

Saint-Estèphe à laquelle il est intimement lié et l'on peut admettre qu'il correspond aux marnes qui terminent la série gypseuse dans le Bassin de Paris. »

Mais, en réalité, VASSEUR parle ici des *Marnes blanches du Médoc* dont nous avons fait la dernière zone de l'Eocène (zone X). Il distingue, au-dessus, les marnes oligocènes dans lesquelles il place la « Mollasse d'Artigues » et le « Calcaire à *Ostrea* et à Turritelles de Vertheuil ». Cette dernière expression désigne le *Calcaire à Anomies* du Meynieu.

L'opinion de VASSEUR peut prêter à confusion en raison de l'imprécision de l'expression « couches à Anomies ». Les Anomies, en effet, ayant pullulé sur la bordure littorale depuis le Lutétien supérieur jusqu'à la base de *Calcaire à Astéries,* les terrains qui les renferment représentent un facies et non un niveau défini. Pour VASSEUR, les « Calcaires et Marnes à *Anomia girondica* » désignent les marnes blanches éocènes (zone X) renfermant, avec *Anomia girondica, Orbitolites complanatus, Sismondia occitana, Echinolampas ovalis* et des Mollusques du *Calcaire de Saint-Estèphe.* Ce sont les Argiles à *Ostrea bersonensis* de BENOIST.

Par contre le *Calcaire à Anomies* de ce dernier auteur représente le niveau supérieur dans lequel *Anomia girondica* est accompagné, non plus de la faune éocène, mais d'espèces tongriennes.

VASSEUR, ainsi qu'on l'a vu, se guidant sur le changement de la faune, place ce niveau dans l'Oligocène.

LINDER, en 1873, place tout le *Calcaire de Saint-Estèphe* dans l'Oligocène inférieur. En 1881, il revient à la conception de MATHERON. Mais il s'en écarte de nouveau en 1897 pour rejoindre VASSEUR et BENOIST en plaçant les couches à Anomies dans l'Oligocène.

Cependant, en de nombreux points, dans le tracé des contours géologiques (feuille Lesparre), la limite inférieure de la zone verte (Sannoisien) laisse les couches à Anomies dans l'Eocène supérieur où elles se confondent avec le *Calcaire de Saint-Estèphe.*

BENOIST commence, comme LINDER et MATHERON, par maintenir toutes les couches à Anomies dans l'Eocène. Ses opinions sur la limite supérieure de l'Eocène ont subi de nombreuses variations. En 1883, il considérait que l'Eocène se terminait avec le *Calcaire de Saint-Estèphe* proprement dit.

En 1885, il portait sa limite beaucoup plus haut. Il maintenait en effet dans l'Eocène les argiles et les marnes à *Sismondia occitana* et *O. bersonensis* et le *Calcaire à Anomies.*

Mais peu de temps après, en 1888 [39], il changea d'opinion. Après, écrit-il, les « récentes études de MM. VASSEUR et POTIER » et « à la suite d'une longue discussion avec notre savant confrère et collègue linnéen M. VASSEUR, j'ai cru devoir, dans l'intérêt de la

vérité, ajouter les quelques lignes qui suivent ». Les explications qu'il donne dans ces lignes aboutissent à la conclusion suivante : « Nous revenons à la classification que nous avions présentée et adoptée dans une étude géologique du Médoc (1883) ; nous placions alors la limite supérieure de l'Eocène entre le calcaire marin de Saint-Estèphe et les couches à Anomies. »

En 1889, Emm. Fallot, dans un important article de « l'*Annuaire géologique* », résume le changement d'opinion de Benoist : « ... la modification porte surtout sur l'Eocène supérieur dont il retranche les couches à Anomies pour les placer à l'exemple de MM. Potier et Vasseur dans le Tongrien. »

En définitive, Vasseur en 1881, Benoist en 1888, Linder en 1897 et Emm. Fallot s'accordent à exclure le *Calcaire à Anomies* de l'Eocène.

La question semblait tranchée lorsqu'elle fut de nouveau posée par Dollfus, en 1917, dans sa Note sur les « *limites de l'Oligocène* » [152].

Dollfus, revenant à la conception initiale de Jouannet, plaçait dans l'Oligocène toutes les couches du *Calcaire de Saint-Estèphe,* soit :

Mollasse à *Anomia girondica;*

Calcaire de Saint-Estèphe;

Argile à *Ostrea* var. *bersonensis.*

« Il n'y a aucun doute pour nous, écrivait Dollfus, de l'arrivée d'une faune nouvelle...; on y connaît aussitôt des espèces de l'Oligocène en nombre : *Conus Grateloupi* d'Orb., *Potamides Gibberosus* Grat., *P. Charpentieri* Bast., *P. plicatum* Brug., *P. trochleare* Lmk., *Venus Aglauræ* Brong. », etc.

L'arrivée de cette faune nouvelle se fait, d'après Dollfus, « au-dessus des *Calcaires lacustres de Plassac,* au commencement du dépôt de la série de Saint-Estèphe »; « c'est, pour nous, ajoute-t-il, le début de l'Oligocène ».

Cette opinion n'a pas à être discutée car l'argument sur lequel elle se fonde est inexact : l'originalité de la faune du *Calcaire de Saint-Estèphe* est depuis longtemps bien connue. Dollfus attribue bien à tort à ce Calcaire la faune qui appartient en propre au *Calcaire à Anomies.*

Si on ne tient pas compte de l'erreur initiale, d'ordre à la fois paléontologique et stratigraphique, on peut admettre que Dollfus place dans l'Oligocène les couches à Anomies qui renferment déjà une faune oligocène.

J. Blayac, en réponse aux notes de Dollfus, avait défendu les thèses des anciens auteurs. Cependant, dans son « *tableau des synchronismes* » de 1930, il s'écarte de l'interprétation de Vasseur,

Benoist et Linder, en ce que les « Marnes à Anomies » sont maintenues dans le Ludien.

Enfin, M. Abrard, en 1933, revient à la solution de Vasseur, Benoist, Linder et Emm. Fallot et ne comprend pas le *Calcaire à Anomies* dans l'Eocène.

Cette revue rapide des opinions touchant la limite supérieure de l'Eocène témoigne de l'incertitude des différents auteurs et fait pressentir les difficultés qui doivent exister sur le terrain pour tracer une séparation nette dans le complexe de couches qui surmontent le *Calcaire de Saint-Estèphe (s. st.)*.

Dans notre étude, nous fondant d'abord sur l'argument paléontologique et sur les travaux des auteurs précédents, nous avons considéré que le *Calcaire à Anomies* représente la base de l'Oligocène. Nous nous attacherons, dans nos descriptions, à justifier cette interprétation.

Composition de l'Eocène supérieur

L'Eocène supérieur se trouve donc constitué de la manière suivante, de haut en bas :

Zone X. — Marnes et argiles à *Sismondia occitana* et *O. bersonensis :* Bartonien supérieur (3e zone de Matheron, 4e zone de Benoist, Ludien du Bassin de Paris).

Zone IX. — Calcaire de Saint-Estèphe (s. st.) :

b) Calcaire à *Echinolampas ovalis* et *Sismondia occitana;*

a) Calcaire *de Saint-Yzans* et *de Bégadan.*

Ces deux niveaux constituent le Bartonien inférieur : 1re et 2e zones de Matheron; 1re, 2e et 3e zones de Benoist ou Bartonien *(s. str.)* du Bassin de Paris.

Nous allons justifier ces distinctions et ces attributions en décrivant successivement les trois niveaux de l'Eocène supérieur.

Les trois zones, IXa, IXb, X, auxquelles il faut joindre le *Calcaire à Anomies,* sont réunies sur la Carte géologique sous le terme général de *Calcaire de Saint-Estèphe* avec l'indice e^3, représentant l'Eocène supérieur.

Le but de notre description des terrains sera de définir dans cet ensemble et de délimiter sur la carte les trois termes qui constituent l'Eocène supérieur.

DESCRIPTION

RÉGION DU SYNCLINAL DE PAUILLAC

ZONE IX

Niveau inférieur : Calcaire de Saint-Yzans et de Bégadan (IX[a])

Nous avons déjà décrit en deux endroits quelques couches de ce niveau au cours de l'étude de l'Eocène moyen : 1° autour du bombement de Couquèques pour en définir les limites; 2° dans le *synclinal de Pauillac,* pour situer la limite supérieure du *Calcaire lacustre de Plassac.* Ces deux régions font partie d'une large bande d'affleurements qui va de Pauillac à Bégadan et dans laquelle on distingue trois facies différents.

De Trompeloup (Pauillac) au Chateau Loudenne (Saint-Yzans)

Dans cette région, les dépôts littoraux argileux et marneux dominent.

A Trompeloup, dans les forages 9 et 10, la base de ces couches a été rencontrée à — 3 m. 65 et — 2 m. 49. Leur sommet affleure autour du Lazaret. L'usine des Pétroles Jupiter s'est installée sur un banc calcaire, intercalé dans ce niveau, à la cote de 5 mètres. La petite butte, dite du Moulin de Lazaret, indiquée avec la cote de 8 m. 16 sur la carte de Benoist, a été rasée.

Sa coupe a montré une couche épaisse de marnes panachées, argileuses, terminées par des dalles calcaires plongeant légèrement vers le Sud.

Dans la butte du Lazaret, les marnes renferment un niveau à *Sismondia occitana.* Le couronnement de la butte est constitué par le calcaire compact du niveau supérieur.

Sur le territoire de la commune de Saint-Estèphe, les affleurements ont été décrits par Benoist : ce sont les couches 1 et 2 [34, p. 83] du port de Saint-Estèphe que cet auteur rattachait encore aux « marnes et argiles fluvio-marines à *Corbula* » de l'Eocène moyen.

C'est encore la couche 1 du bas du monticule du Boscq (p. 84) et, sur la route de Saint-Seurin, au-dessus du chenal de Loumède, les argiles à concrétions avec *Corbula,* débris de *Pecten* et *Ostrea bersonensis.*

Le facies calcaire envahit la partie supérieure de ce niveau et constitue le « Calcaire miliolitique à *Orbitolites* » de Benoist. Ce calcaire apparaît sous les graviers quaternaires à Marbuzet, Fonpetites, Château Calon-Ségur, Saint-Corbian et autour de Pez.

Nos observations ont confirmé sur tous les points les descriptions de Benoist. A Saint-Seurin-de-Cadourne le niveau inférieur se retrouve de Mapon à la Maréchale avec les mêmes caractères qu'à Saint-Estèphe. L'étude en est difficile car les couches, recouvertes par les éboulis des pentes, ne sont mises à nu que temporairement, par des travaux de creusement de fossés ou de plantations.

A la Maréchale, jusqu'à la cote de 8 mètres, on reconnaît les argiles verdâtres avec leurs nodules marneux blanchâtres et *Ostrea bersonensis.*

Autour de la butte du Château Loudenne, vers la même altitude, les travaux de plantation mettent à jour une argile jaune sableuse, renfermant en abondance *Ostrea bersonensis.* Par lavage du terrain, on peut isoler des radioles d'*Echinolampas,* des fragments de *Sismondia occitana,* des *Milioles* et des débris d'*Orbitolites complanatus.*

Sur le plateau de Saint-Seurin, débordant à l'Ouest au-dessous des graviers quaternaires, comme à Saint-Estèphe, on retrouve, de Maillet à l'Estage, le calcaire blanc argileux à faune pauvre des couches supérieures de ce niveau. Le riche gisement à Echinides situé entre les Moulins de Quimper et de Mourlan doit constituer l'assise terminale du « niveau inférieur ».

Ainsi qu'on le voit, dans les trois communes de Pauillac, Saint-Estèphe et Saint-Seurin, ce niveau présente une grande homogénéité. Vers le Nord-Ouest, on constate un changement rapide du facies.

De Saint-Yzans a Bégadan

En étudiant les limites du bombement du *Calcaire de Couquèques,* nous avons rencontré le niveau inférieur du *Calcaire de Saint-Estèphe* dans les monticules m, m^1, m^2, m^3 et dans les creusements 28, 29 et 30 (fig. 18 et 19) ; ses relations avec les autres couches ont été figurées dans les coupes 1, 2, 3, 4 (fig. 19).

Dans les monticules m^1, m^2, m^3 et jusqu'à une limite, au Sud, qui passe sensiblement par Braud, la Pigotte et la Landette, on retrouve le calcaire blanc plus ou moins argileux du Calcaire à *Milioles* et à *Orbitolites* de Saint-Estèphe.

Dans le creusement 32, les couches sont franchement marneuses. Au 35, au-dessous d'une couche supérieure, qui appartient déjà au Calcaire à Echinides, on trouve des bancs épais d'un calcaire compact blanc à zones verdâtres.

Ces alternances de bancs tendres et durs ont donné à la limite du *Calcaire de Saint-Estèphe* dans cette région une forme très sinueuse dont les avancées sont constituées par des monticules ou un talus accentué. La dépression du Bois-des-Fosses, qui s'étend à la cote moyenne de 5 mètres, entre la Landette et Bournac, est due à la destruction partielle des couches tendres du niveau inférieur. Elle est représentée dans la figure 33.

Cette dépression montre sur ses bords l'assise supérieure fossilifère déjà signalée par Benoist, à Saint-Estèphe. Son épaisseur ne dépasse pas 1 mètre; elle est constituée par un calcaire compact renfermant *Orbitolites complanatus* et des Mollusques, *Diastoma costellatum, Potamides turritellatus, Dientomochilus ornatus, Hipponyx cornucopiæ, Collonia marginata, Calyptræa aperta, Nerita tricarinata, Pectunculus Blayaci, Meretrix Heberti, Codockia concentrica,* etc.

Au-dessous de l'assise supérieure, dans une excavation adjacente, une marne grise en plaquettes renferme quelques Milioles. Le banc compact à Mollusques forme dans cet ensemble une table subhorizontale qui se continue dans la direction de Couquèques et de Caussan.

A l'autre extrémité de la dépression, dans le creusement 36, le substratum du niveau fossilifère est un calcaire très blanc en plaquettes, renfermant seulement quelques *Milioles.* Il y a un contraste très net entre ce dépôt à peu près stérile et le calcaire grossier gris jaunâtre à Mollusques.

De Canteloup à Saint-Yzans, le niveau inférieur ne montre plus la tranche de ses couches dans un talus ou des monticules; ses assises supérieures viennent s'appuyer transgressivement contre le *Calcaire de Couquèques,* en formant, à un niveau voisin de la courbe de niveau de 5 mètres, la plaine comprise entre Canteloup, La Hourqueyre et Grand-Cicognac. Les couches se relèvent en approchant de Saint-Yzans, au-dessus de Martignan, jusqu'à la courbe de niveau de 10 mètres.

La région ainsi délimitée est constituée par les affleurements d'un calcaire à *Milioles* et à *Orbitolites complanatus,* connu sous le nom de *Calcaire de Saint-Yzans,* déjà étudié avec sa faune dans le monticule *m* et dans les creusements 28, 29, 30 (fig. 18 et 19).

Les parties les plus fossilifères se rencontrent près de l'ancienne bordure littorale. Les fossiles, en particulier les Echinides, recouverts de Serpules et de Bryozoaires, font penser que cette bordure représente des laisses marines.

Le substratum des bancs compacts à Milioles, visible près du ruisseau de Queyssan, est constitué par un calcaire argileux et marneux renfermant une faune de Mollusques et d'Echinides, dont *Echinolampas lesparrensis* et *Echinanthus elegans.*

En s'éloignant de la bordure, on passe, dans les environs de Canteloup, du calcaire à Milioles fossilifère au calcaire compact, blanc, plus ou moins argileux, qui caractérise le niveau inférieur. Le *Calcaire de Saint-Yzans,* comme l'avait bien vu MATHERON, représente un facies particulier de ce niveau.

Bégadan. — Dans la région comprise entre le bourg de Bégadan et une ligne qui passe par la Lande, Biars et Lafitte, le niveau inférieur affleure partout en présentant une grande uniformité de composition. C'est un calcaire compact très blanc, en bancs plus ou moins durs et à faune pauvre.

On le rencontre d'abord des deux côtés du chemin de la Lande au Breuil. On passe sans transition des grès calcaires jaunâtres à *Sismondia intermedia* à un Calcaire blanc miliolitique.

Près de Biars, on exploite un calcaire blanc à pâte fine, dont certains blocs ont une texture sublithographique. On y trouve quelques Milioles, *Orbitolites complanatus* de petite taille et de rares Mollusques *(Lucina, Gonocardium, Cerithium)* du *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Dans la région de Bégadan et vers le Bourdieu, toute la formation de Saint-Estèphe présente une grande uniformité; le facies « calcaire blanc » se généralise et se poursuit du niveau inférieur au niveau supérieur.

Tout se présente comme si les dépôts s'étaient effectués dans des eaux plus profondes et n'avaient pas été affectés par les oscillations tectoniques qui provoquaient des variations de facies dans les régions plus littorales, de Couquèques à Saint-Estèphe.

Les variations de facies du niveau inférieur, de Bégadan à Pauillac, peuvent être représentées par le schéma de la figure 34.

La distribution des facies montre que, selon l'opinion de MATHERON, la transgression de l'Eocène supérieur s'est produite dans la direction NO-SE.

Mais, contrairement à ce que pensait cet auteur, les couches inférieures dépassent Pauillac; nous les avons retrouvées dans le forage de Beychevelle; elles doivent être également dans celui de Cussac.

D'une manière générale on peut dire que la mer du Calcaire de Saint-Estèphe, *dans une première phase, qui correspond au dépôt du niveau inférieur, envahit le* synclinal de Pauillac *et atteint l'*anticlinal Listrac-Blaye *dont elle recouvre la partie occidentale, ainsi que nous le montrerons en étudiant cette région.*

Niveau supérieur : Calcaire de Saint-Estèphe s. str. (IX^b)

Ce niveau est le mieux connu de toute la formation de Saint-Estèphe.

La zone du Calcaire à *Echinolampas ovalis*, parallèle à la précédente, pénètre sur le territoire du Médoc à la hauteur de Beychevelle. Elle traverse le *synclinal de Pauillac* selon une direction NO-SE. A partir de Saint-Yzans, elle est infléchie vers l'Ouest par le bombement de Couquèques, autour duquel elle forme une nouvelle auréole (fig. 36).

Saint-Julien, Pauillac

De Beychevelle (Saint-Julien) à Mousset (Pauillac), la Carte géologique figure sur les bords du fleuve trois affleurements de *Calcaire de Saint-Estèphe;* le premier entre Saint-Julien et Beychevelle, le deuxième de Saint-Lambert à Pauillac et le troisième de Padarnac à Anseillan.

En réalité, *dans toute cette région, les bancs du niveau supérieur forment, à une altitude moyenne de 10 mètres, le fond rocheux du bord interne de la terrasse quaternaire qui étale ses cailloux sur cette bordure à une altitude de 15 mètres à 18 mètres.* Les bancs calcaires sont mis à nu partout où des travaux enlèvent les éboulis qui recouvrent le talus de la bordure orientale et les pentes des vallons qui entaillent les alluvions. C'est ainsi, qu'en dehors des affleurements déjà indiqués, nous avons pu les observer sur la rive droite du ruisseau de la Mouline, dans les vallons de Saint-Julien et de la Tour-Léoville et, à la côte de Mousset, dans les fossés de la route de Pauillac à Lesparre.

Les bancs qui se voient à mi-côte, dans ce dernier affleurement, doivent être distingués de ceux qui bordent le marais de Château-Lafitte et qui sont la continuation des couches du niveau inférieur de l'autre bord du marais.

Saint-Estèphe

La bande calcaire du niveau supérieur traverse la commune de Saint-Estèphe, du Château de Cos-d'Estournel au Parc. C'est l'affleurement qui a servi de type à la formation désignée par Matheron par *Calcaire de Saint-Estèphe*. C'est également celui qui a été décrit par Benoist sous le nom de « Calcaire à Echinides » et de « couches calcaires à *Clavagella* » [34, p. 88-90] (Carte, pl. II, C^e C^c).

« Ces couches, écrit Benoist, sont constituées par un calcaire très argileux, jaunâtre se délitant à l'air beaucoup plus que le pré-

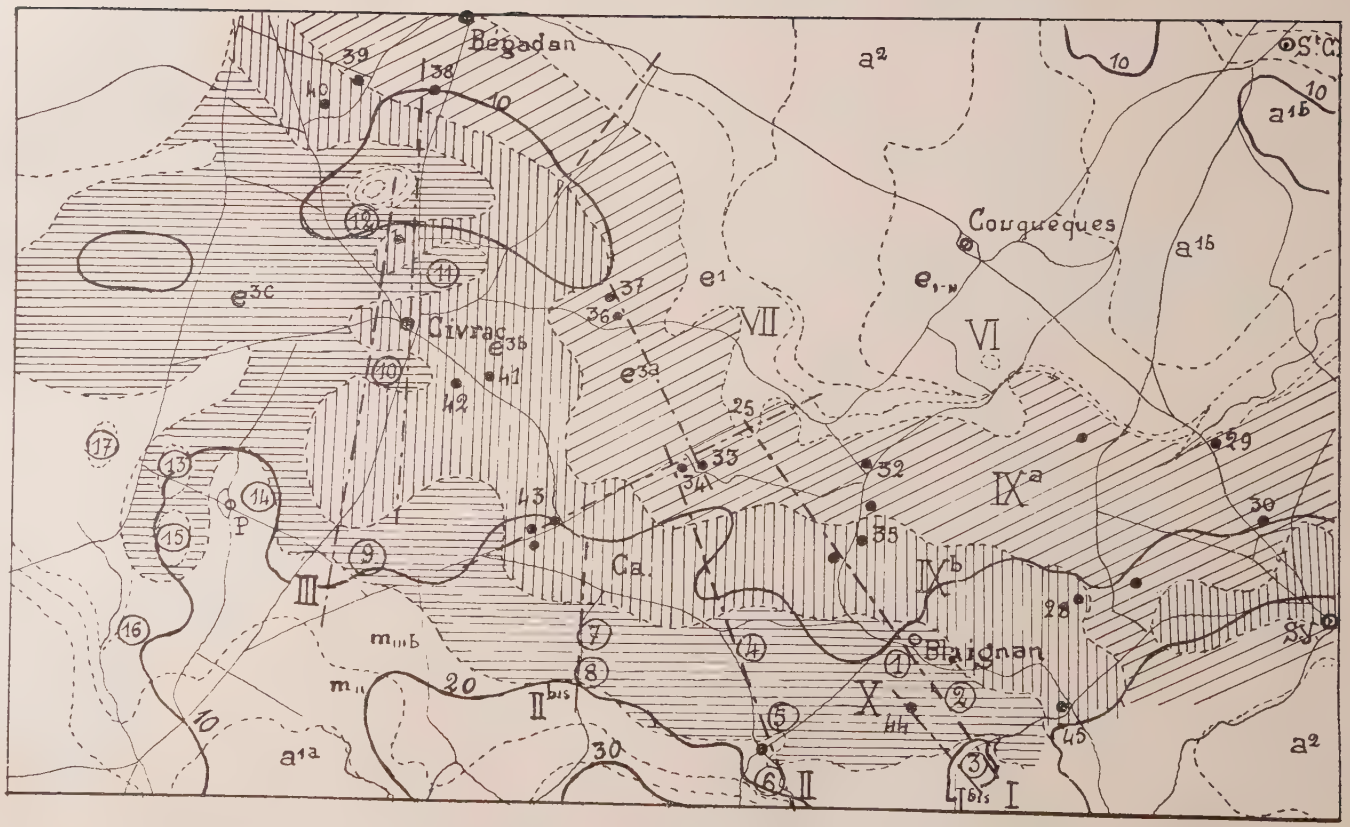


Fig. 35. — L'Eocène supérieur de Saint-Yzans à Bégadan. Echelle : 1/50.000ᵉ.

S.Y. : Saint-Yzans. — Sᵗ.C. : Saint-Christoly. — Ca : Caussan. — P : Prignac. — Terrains : e^{3a}, niveau inférieur, Calcaire de Saint-Yzans (zone IXᵃ); e^{3b}, niveau supérieur, Calcaire de Saint-Estèphe (zone IXᵇ); e^{3c}, Marnes blanches (zone X); 1, 2 ..... à 17, buttes de Marnes blanches. — I, II, III : coupes (fig. 36). — ● : carrières temporaires. — a^{1a}, a^{1b} : alluvions anciennes. — a^2 : alluvions modernes. — m,,,b : marnes de l'Oligocène inférieur. — m,, : Calcaire à Astéries.

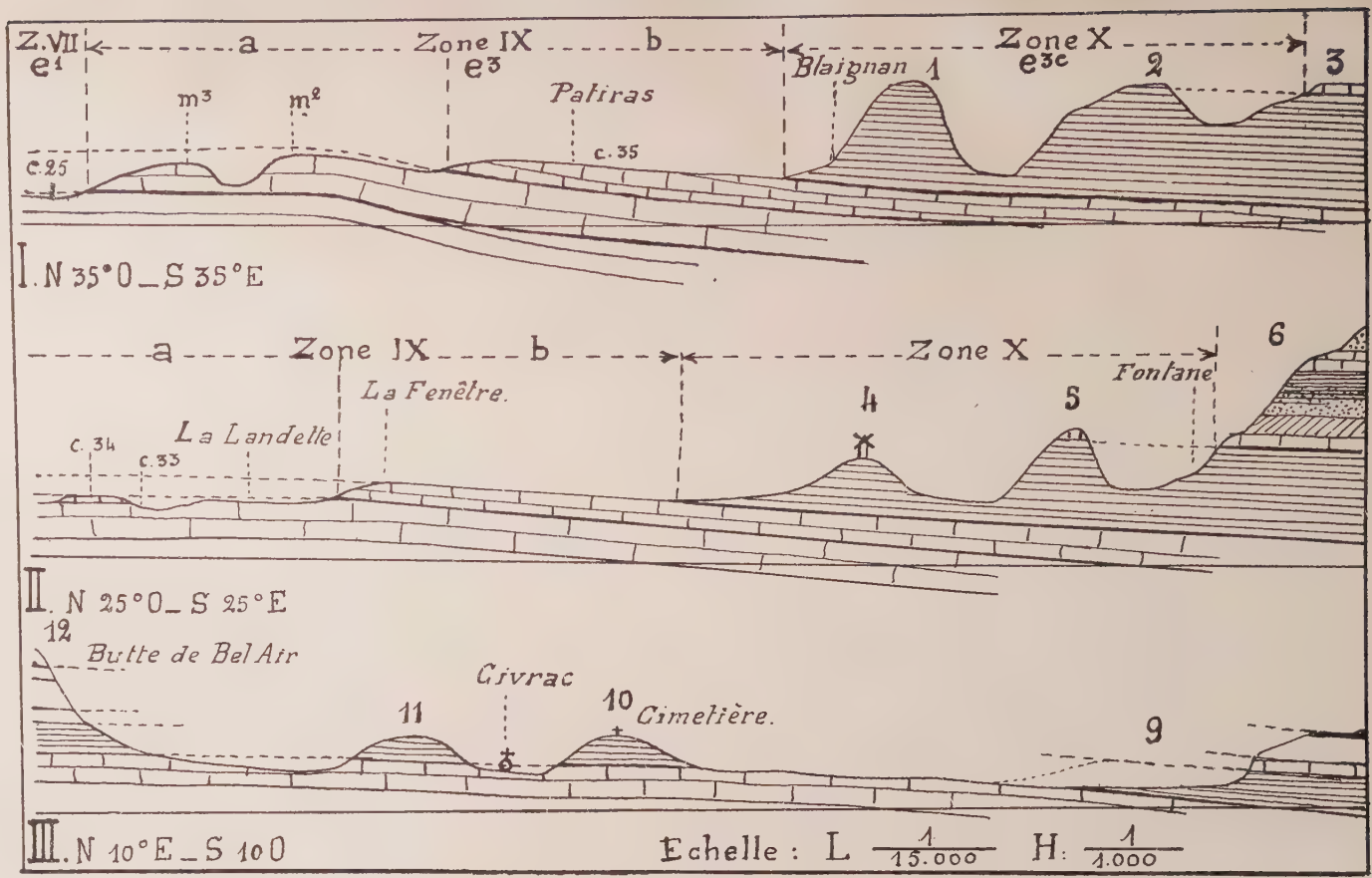


FIG. 36. — Coupes dans l'Eocène supérieur de Saint-Yzans à Bégadan (coupes I, II et III de la figure 35).

cédent. Elles renferment également des Foraminifères et se reconnaissent facilement à la quantité d'Echinides qu'elles contiennent. Les espèces les plus communes et caractéristiques sont : *Echinopsis elegans* Ag., *Echinolampas ovalis* Desm. et *Sismondia occitana* Ag. »

Quant au Calcaire à *Clavagella*, Benoist le décrit dans la région du Parc et de Beyzac. Il est constitué sur ce point « par des calcaires blancs jaunâtres » très fossilifères. Il cite parmi les espèces : « *Clavagella Moulinsi, Tellina biangularis, Calyptræa trochiformis, Diastoma costellatum, Xenophora cumulans, Terebellum fusiforme* » etc.

A Beyzac, le Calcaire à Echinides « est surmonté par un banc très tendre, jaunâtre se délitant facilement et contenant, en grande abondance : *Sismondia occitana, Echinolampas ovalis* (de très forte taille) et *Echinanthus elegans*. Au-dessus, on trouve un petit banc fossilifère avec *Clavagella*. Un dernier banc calcaire plus dur termine généralement cet horizon. Il est rempli de moules internes d'*Arca* et de *Mytilus* qui sont contenus dans l'intérieur et entre les branches ramifiées d'un Polypier très abondant du genre *Sphenotrochus*. »

Saint-Seurin-de-Cadourne, Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac

Sur le territoire de ces communes, le niveau supérieur du *Calcaire de Saint-Estèphe* n'offre pas de caractères particuliers. Sa limite orientale est marquée par un talus atténué. La décalcification de sa surface donne un sol argileux de couleur ocreuse tandis que les sols provenant du niveau inférieur sont généralement blanchâtres. La bordure occidentale est plus difficile à tracer; nous la préciserons en étudiant les couches qui surmontent ce niveau.

Blaignan, Civrac, Bégadan

Dans ces trois communes, le Calcaire à Echinides, presque partout fossilifère, est facile à reconnaître; de nombreuses exploitations temporaires montrent sa composition.

En suivant le chemin qui va des Granges à Blaignan, on quitte le niveau inférieur après La Pigotte et, par un léger ressaut, on arrive à Patiras, à la cote 10, sur la table calcaire du niveau supérieur. Celle-ci est inclinée vers le Sud et passe à Camblanc et à Blaignan, à la cote 6, sous les *Marnes blanches* de la formation suivante.

Le calcaire du niveau supérieur est exploité (c. 35) dans plusieurs carrières des deux côtés du chemin : il est blanc, miliolitique et

assez compact; sa faune est peu riche, les Echinides y sont rares.

A partir de ce point, sous l'action directrice du bombement de Couquèques, le pendage des couches change progressivement et passe du Sud au Sud-Ouest et finalement à l'Ouest dans la région de Bégadan.

Le hameau de Caussan est établi sur les bancs calcaires du niveau supérieur. La route de Couquèques à Lesparre traverse, sur un remblai, l'extrémité de la dépression du Bois-des-Fosses déjà étudiée. Aussitôt après elle coupe la bordure, formant talus, du niveau supérieur. Des deux côtés de la route, on peut alors ramasser en abondance *Sismondia occitana* et *Echinolampas ovalis* de petite taille.

De ce point jusqu'au carrefour du chemin de Caussan à Civrac, le calcaire est marneux, blanc, peu compact (c. 43).

A partir du carrefour, les bancs sont inclinés au Sud-Ouest et passent sous les marnes argileuses de l'étage suivant à la hauteur du parc de Château Bessan. Au Sud du village de Caussan, et à peu de distance des dernières maisons, on voit la table calcaire passer sous la première butte de *Marnes blanches.*

Les bancs supérieurs sont généralement discontinus et séparés par des assises marneuses. Les Mollusques et les Echinides y sont communs. Ce facies représente le Calcaire à *Clavagella.*

Le chemin de Caussan à Civrac suit, en direction, l'affleurement du Calcaire à Echinides. Les exploitations temporaires (c. 41, 42) montrent un calcaire argileux blanc jaunâtre avec des niveaux marneux renfermant en abondance *Sismondia occitana.*

Depuis le cimetière, la route de Civrac à Saint-Trélody suit le pendage des couches du Calcaire à Echinides.

Avant d'arriver au chemin qui conduit à Prignac, ces bancs passent, vers la cote de 3 mètres, sous les argiles marneuses de l'étage suivant, lesquelles forment le monticule très étalé des prairies du Château Bessan.

Au Nord de Civrac, le Calcaire à Echinides est presque partout recouvert par les *Marnes blanches* qui constituent le socle de la butte de Bel-Air.

Il reparaît cependant dans les deux dépressions des villages de Civrac et de Deguenon, entre les buttes de *Marnes blanches* de Bel-Air, de Perrin et du cimetière (fig. 35 et 36, coupe III).

Au delà, sur le territoire de la commune de Bégadan, de Biars au Bourdieu, le Calcaire à Echinides possède le même facies que le niveau inférieur; il est très blanc, argileux et en bancs discontinus. Sa faune est cependant plus riche : *Echinolampas ovalis* de petite taille et *Sismondia occitana* y sont assez communs. Certains bancs, plus miliolitiques, renferment des Mollusques et, en abondance, *Orbitolites complanatus* de grande taille.

Les affleurements situés à gauche du chemin de Civrac au Bourdieu, jusqu'au marais, font partie de l'étage des *Marnes blanches.*

ZONE X

Les marnes et argiles à Sismondia occitana et Ostrea bersonensis

Saint-Estèphe, Vertheuil

Nous nous bornerons pour cette région à résumer les travaux de Benoist [34, p. 90 à 93].

« De tous les horizons fossilifères qui s'observent dans le Médoc le niveau à *O. bersonensis* est incontestablement le plus intéressant soit par sa netteté, soit par sa constance. »

A Beyzac, ces argiles sont bleuâtres ou verdâtres, sableuses, avec nodules calcaires *(Melobesia)* et *Ostrea bersonensis;* ... sur le chemin qui conduit du Peyrat à la Mouleyre, on les voit recouvertes par un calcaire en plaquettes assez dur, avec *Anomia.*

Entre Jullian « et le chenal de Reysson, l'argile à *O. bersonensis* est devenue complètement blanche ou jaunâtre et contient d'énormes exemplaires de ce fossile ».

Au Vignan « ... on retrouve l'argile qui est grise ou verdâtre avec *O. bersonensis, Anomia, Pecten;* elle est surmontée par des bancs calcaires à Anomies ».

A Lavilotte « ... on retrouve de nombreuses *Ostrea,* le calcaire friable, blanc qui les contient repose sur le Calcaire à *Sismondia* ».

« Au bas de Leyssac ... devant la Commanderie ... les argiles à concrétions et *O. bersonensis* sont redevenues argileuses, jaunes ou vertes ... Elles passent en se dirigeant vers Rochet à un calcaire très marneux pétri d'*Anomia*... »

On voit que les argiles à *O. bersonensis* constituent un niveau stratigraphique bien délimité entre le *Calcaire de Saint-Estèphe* et le *Calcaire à Anomies.* Ce niveau peut présenter trois facies différents : argile verte ou grise plus ou moins sableuse, marne blanche ou jaunâtre, calcaire tendre blanc. Nous allons retrouver ces facies plus au Nord avec prédominance des deux derniers.

Saint-Germain-d'Esteuil

Entre les deux villages de Saint-Germain-d'Esteuil et de Plautignan, le facies « calcaire tendre » est presque général. La route coupe, à l'entrée et à la sortie du village de Saint-Germain, l'extrémité de deux petites buttes formées par des marnes blanches et des calcaires marneux peu consistants.

Près de Lussan, entre Barbehère et Pastoure, M. Castex a découvert tout récemment un niveau calcaire renfermant en abondance un *Echinanthus* de petite taille. Les individus sont encroûtés par des Bryozoaires (1) comme ceux du niveau inférieur, à Cigognac. Il semble que ces fossiles ont été pris dans une couche déjà consolidée et enrobés dans un nouveau dépôt après avoir été roulés sur une bordure littorale.

Cette circonstance de gisement pourrait faire penser qu'on se trouve à Lussan en présence du niveau transgressif de Cigognac. En réalité, ce niveau reste à quelques kilomètres à l'Est et est séparé du gisement de Lussan par un large affleurement du niveau moyen *(Calcaire de Saint-Estèphe s. str.)*.

Le creusement de la Cave coopérative de Plautignan, à 1.500 mètres de là et à la même altitude, montre que l'on se trouve ici dans le niveau supérieur. La couche à *Echinanthus* de Lussan représente le facies transgressif de la base de ce niveau et marque ainsi sa limite orientale. Ces faits sont identiques à ceux que Benoist a cités, à la base du niveau supérieur, dans la région de Saint-Estèphe-Vertheuil.

Entre Lussan et la plateforme de *Calcaire à Astéries* de l'Hôpital, on exploite, dans des excavations temporaires, un calcaire très blanc de composition variable. Certains bancs sont uniquement composés de Milioles simplement agglomérées; d'autres sont plus compacts et donnent une pierre employée pour le chargement des chemins. Au bord de la route, la coupe d'un petit monticule montre, sur un front de taille de 2 mètres de haut et 10 mètres de long, le changement rapide des facies.

La masse du dépôt est constituée par un sable calcaire non aggloméré, formé en grande partie par des Milioles et renfermant quelques Echinides : *Echinolampas ovalis* et *Sismondia occitana*. A la partie supérieure ce sable forme des plaquettes qui passent, à l'extrémité sud-ouest de la coupe, à un calcaire blanc grisâtre, renfermant en abondance des Milioles et *Orbitolites complanatus* de petite taille.

Ce calcaire peut être suivi le long du chemin qui conduit à l'Hôpital. Il passe à sa partie supérieure à une marne blanche en plaquettes, renfermant en abondance *Sismondia occitana* et formant la base de la butte isolée dont le sommet boisé est couronné de *Calcaire à Astéries*.

---

(1) Les Bryozoaires encroûtants ont joué un grand rôle dans les mers de l'Eocène supérieur. Leurs débris entrent dans la formation du Calcaire de Saint-Yzans. Ils encroûtent les fossiles des bordures littorales : Echinides de la base du niveau inférieur, à Cigognac; Echinides de la base du niveau supérieur, à Lussan Anomies et Huîtres du niveau supérieur de la rive droite à Blaye (Coupe de la carrière de l'Octroi) et à Roque-de-Tau..., etc.

Ordonnac, Blaignan, Civrac

Dans ces trois communes, les *Marnes blanches* éocènes ont leur plus grand développement et leur facies le plus caractéristique.

Elles se présentent sous un aspect géographique différent de celui des régions précédentes où elles constituaient une zone déprimée. La troisième auréole de l'Eocène supérieur, constituée par les *Marnes blanches,* d'Ordonnac à Civrac, est formée, en avant de la plateforme du *Calcaire à Astéries,* par une succession de buttes plus ou moins étalées.

Pour la commodité de l'exposé, nous désignerons ces buttes par les numéros 1, 2, 3, 4, 5, ... 17 (fig. 35). Les relations des terrains qui les composent avec ceux qui les surmontent sont représentées dans les coupes I, II, III de la figure 36.

Coupe I : buttes 1, 2, 3, de Patiras à Ordonnac, direction NO-SE. — La butte 1 de Blaignan, la plus caractéristique, est parfaitement régulière et s'élève en pente raide jusqu'à l'altitude de 20 mètres, ce qui donne aux *Marnes blanches,* le *Calcaire de Saint-Estèphe* étant à leur base à une altitude de 6 mètres, une épaisseur de 14 mètres.

La butte 2, plus allongée et plus largement étalée, s'élève sensiblement à la même altitude que la précédente. Elle est constituée par une masse homogène de marne argileuse blanchâtre et jaunâtre. Sur la pente sud, on peut ramasser *Sismondia occitana* en très grande abondance; *Echinolampas ovalis,* quoique plus rare, y est commun. La marne renferme quelques bancs durcis de calcaire miliolitique blanc.

Au sommet on trouve les vestiges d'un calcaire jaunâtre renfermant les Mollusques de la faune oligocène du Meynieu.

Coupe II : buttes 4, 5, 6, direction NNO-SSE. — La butte 4, qui supporte un moulin ruiné, occupe la même position, en bordure de la troisième auréole, que la butte 1 de Blaignan; elle a été seulement plus dénudée. La marne qui la constitue est plus argileuse et verdâtre.

Entre les buttes 4 et 5, on peut ramasser *Sismondia occitana* de petite taille et *Echinolampas ovalis.*

Le sommet de la butte 5, coupé en tranchée par le carrefour de deux chemins, peut être bien étudié. On y voit la marne argileuse devenir plus calcaire et passer à un sable calcaire dont les dernières couches, plus agglomérées, renfermant de nombreux moulages de Mollusques, se terminent par un banc plus compact à *Cerithium, Diastoma,* Polypiers et des espèces du *Calcaire à Anomies* du Meynieu.

Le banc qui couronne la butte 5 se retrouve à la base de la butte 6 qui fait partie de la bordure de la plateforme oligocène.

Un peu plus loin, une coupe de Caussan à Romefort (c. II *bis*) montre la diminution d'épaisseur des *Marnes blanches*. La butte 7 n'a qu'un relief de 3 mètres environ et la butte 8 est encore moins saillante. Celle-ci, dans le bois de Romefort, se termine par un banc durci renfermant des *Melobesia* et la faune du banc calcaire qui couronne la butte 5.

Au-dessus, les couches de l'étage inférieur de l'Oligocène sont très réduites et semblent avoir été détruites par la transgression du *Calcaire à Astéries,* qui est ici beaucoup plus bas.

Dans cette région, les *Marnes blanches* plongent vers le Sud avec l'ensemble des couches éocènes. Près du village de Plautignan, au carrefour des routes de Lesparre à Saint-Seurin et de Saint-Yzans à Saint-Germain-d'Esteuil, leur surface n'est plus qu'à 10 mètres. Le creusement d'une cave coopérative en a donné une bonne coupe. Traversées sur 5 mètres d'épaisseur, leur base n'a pas été atteinte. Leur masse est constituée par une marne jaunâtre argileuse renfermant des niveaux durcis très fossilifères. On y trouve : *Sismondia occitana* très abondant, *Echinolampas ovalis* avec des formes élevées et globuleuses qui s'éloignent beaucoup du type normal et *Echinopsis elegans* assez commun. Les Echinides sont accompagnés d'*Anomia girondica* et de nombreux Mollusques de la faune du *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Plus au Sud, vers Saint-Germain-d'Esteuil, les marnes passent au facies calcaire déjà décrit.

Coupe III : buttes 9, 10, 11, 12, direction NS. — Cette coupe remplace celle que Matheron avait donnée de cette région en 1867 (fig. 3, IV).

Les *Marnes blanches* forment à la base de la butte de Bel-Air un large socle allongé dans le sens Est-Ouest. La route de Bégadan à Lesparre coupe son extrémité orientale. Sur la pente sud, les *Marnes,* mises à nu par l'érosion, sont très blanches et renferment des blocs calcaires à *Orbitolites complanatus.*

Des deux côtés de l'affleurement, et à la hauteur du niveau supérieur, abondent des Anomies et *Ostrea medulensis.* Ce niveau argileux représente là le *Calcaire à Anomies* et le début de l'Oligocène.

Vers le Sud, la coupe traverse ensuite les buttes 11 et 10. Cette dernière, dite du cimetière de Civrac, est bien marquée par le relief et le facies.

Près du carrefour du chemin qui va à Prignac, on trouve, au-dessus du *Calcaire de Saint-Estèphe,* des marnes plus argileuses et verdâtres qui forment la butte 9 dans l'enceinte de la propriété du Château Bessan.

Au carrefour même, entaillé par les tranchées des deux chemins

qui se coupent à angle droit, on trouve le *Calcaire à Anomies* qui est formé par des bancs remplis d'Anomies, rappelant en tous points ceux de la butte 3 d'Ordonnac. Leur épaisseur ne dépasse pas ici 2 mètres.

Pour terminer, il reste à décrire l'affleurement étendu qui se trouve à l'Ouest de la coupe III. Il est entièrement constitué par les *Marnes blanches* qui forment, entre la Métairie et Tremblaux, des monticules écrasés reliés par leur base.

Plus au Sud, les buttes 13, 14, 15, 16 et 17 ont une composition plus difficile à saisir. En raison de leur facies homogène elles paraissent uniquement composées par les *Marnes blanches* éocènes. En réalité, on passe, sans rencontrer de coupure marquée, des marnes éocènes aux marnes oligocènes. La butte 15 peut être prise pour type de cette structure.

Le sol, au pied de la butte et jusqu'à mi-pente, est recouvert de fragments d'un calcaire blanc miliolitique renfermant encore *Orbitolites complanatus* et des Mollusques du *Calcaire de Saint-Estèphe*. On trouve aussi, assez communs, *Sismondia occitana* et *Echinolampas ovalis* avec de nombreux nodules mamelonnés de *Melobesia*.

Cette faune disparaît dans la partie supérieure de la butte, où les assises marneuses plus dures sont couronnées par un banc calcaire compact, qui appartient à l'étage des marnes oligocènes.

En résumé, les trois auréoles de terrains, IX[a], IX[b] et X de la figure 35, et les coupes I, II et III de la figure 36, à travers ces auréoles, représentent la composition et les caractères stratigraphiques de l'Eocène supérieur, sur la bordure occidentale et méridionale du bombement de Couquèques.

L'inclinaison des couches traduit l'action de ce bombement. Un changement dans leur direction se manifeste dans les coupes I et II sur le bord sud du bombement.

Une modification analogue se montre dans la coupe III dans la région de Civrac, sur le bord nord constitué par le ridement de Bégadan.

Ces phénomènes sont très atténués mais ils jouent un rôle décisif dans la distribution des terrains et expliquent en définitive le relief et la composition du sol des différents points de la contrée. Ils montrent également que le bombement de Couquèques a continué à exercer une action directrice sur la disposition des terrains après l'Eocène supérieur.

RÉGION DE L'ANTICLINAL LISTRAC-BLAYE

Rive gauche

Listrac, Moulis

Nous avons rencontré le *Calcaire de Saint-Estèphe* dans la description de l'Eocène moyen du bombement de Peyrelevade : couche 5, coupe *a' b'*, figure 15 *bis*.

La Carte géologique (feuille Bordeaux) ne peut servir pour l'étude de cette région. L'affleurement du *Calcaire de Saint-Estèphe*, en particulier aux environs de Listrac, est attribué au *Calcaire lacustre de Castillon* et au *Calcaire à Astéries*. Il conviendra donc de se reporter à la carte ci-contre (fig. 37).

Les éléments essentiels, touchant la distribution des couches du *Calcaire de Saint-Estèphe* dans notre tracé, ont été signalés par Benoist dès 1885. Mais, faute d'idées précises sur la tectonique particulière de la région de Listrac, cet auteur n'a pu orienter les couches, ce qui l'a conduit à des interprétations inexactes.

D'une manière générale, on peut dire que l'Eocène supérieur forme une auréole continue autour du pointement de l'Eocène moyen de Peyrelevade, relevé par la rencontre de deux axes anticlinaux orthogonaux NO-SE et SO-NE (fig. 16).

Zone IX : Calcaire de Saint-Estèphe

Benoist, dans ses descriptions, cherche à retrouver à Listrac et à Moulis, les niveaux distingués à Saint-Estèphe et à Vertheuil. Mais on rencontre ici des facies différents.

Le calcaire à *Orbitolites* du niveau inférieur n'est point caractérisé. En deux points, 1 et 32, on peut observer les couches de base de la zone IX. Près de Listrac, aux points 1, 2, 3, 13, le calcaire lacustre est surmonté par un calcaire blanc, marneux, renfermant une faune de Mollusques et d'Echinides : *Echinolampas ovalis, Sismondia occitana, Echinopsis elegans* et un *Echinolampas* voisin d'*Echinolampas lesparrensis*. De plus, par sa forme élargie, *Ech. ovalis* se rapproche d'*Ech. burdigalensis*. On peut donc penser qu'on se trouve en présence du niveau inférieur (zone IX^a).

Au point 4 le Calcaire à Echinides est plus dur et plus compact. Benoist écrit au sujet des couches qui affleurent plus loin : « ... Sur la route qui va de Donissan au village de Lafont on rencontre une

première carrière où l'on exploite les calcaires à *Clavagella* et à *Sismondia* (P. 8), et un peu avant Lafont une seconde carrière où un calcaire miliolitique en plaquettes rempli d'Orbitolites est exploité. Ce sont là probablement les couches inférieures du calcaire à *Sismondia.* » [34, p. 89.]

Nous ne pouvons pas partager cette opinion car les points 8, 9, et 10 sont éloignés de leur substratum, le calcaire lacustre. Les bancs calcaires, qui se voient encore, n'offrent rien de particulier. En 10, le niveau supérieur est fossilifère et renferme les Mollusques caractéristiques du *Calcaire de Saint-Estèphe* accompagnés d'Anomies et d'*Ostrea,* tandis qu'en 7, c'est un calcaire blanc marneux à faune plus pauvre. Nous sommes là dans la région où les argiles à *Ostrea bersonensis* de la zone X font leur apparition et recouvrent le *Calcaire de Saint-Estèphe.*

On trouve cette succession de couches, dans une position symétrique, au Sud-Est du bombement de Peyrelevade, sur la route de Moulis à Grand-Poujeaux.

Les couches de base du *Calcaire de Saint-Estèphe,* reposant sur des argiles dépendant du *Calcaire lacustre de Peuvignan* sont des marnes argileuses jaunâtres et blanchâtres avec quelques blocs de calcaire miliolitique blanc. Elles renferment des Anomies, *Ostrea bersonensis* et *Sismondia occitana.*

Autour du village de Moulis (P. 22, 23, 24), on rencontre un calcaire blanc compact, peu fossilifère; en 20, ce calcaire, plus tendre, renferme *Ech. ovalis* et *Sismondia occitana.* Au Petit-Poujeaux, un calcaire tendre avec niveau pulvérulent se termine par un banc dur anciennement exploité. A peu de distance, à l'Ouest, on peut ramasser dans les champs *Ostrea bersonensis* de grande taille. C'est le début de la zone X des *Marnes blanches de Blaignan.*

Zone X

Ces marnes (P. 19, 25, 26, 27) se développent largement de Tamponnet au Ruat, en montrant, comme les autres couches, une inclinaison du Nord au Sud, déjà signalée par Benoist. Elles ont été entaillées au Pont, par la Jalle de Castelnau, et reparaissent sur l'autre rive où elles passent, près de la gare d'Avensan, sous le *Calcaire à Anomies.*

Parce qu'elles renferment en certains points des bancs de calcaire blanc, ainsi que des Echinides, Benoist les avait considérées comme représentant le *Calcaire à Echinides.* Dans ce cas celui-ci serait passé sous l'argile à *O. bersonensis* du Petit-Poujeaux et l'inclinaison des couches, de la Mouline à Peuvignan, aurait été vers l'Est. L'ordre de superposition des terrains, depuis le *Calcaire lacustre de Peyrelevade* et *de Peuvignan,* indique au contraire un pendage général au Sud-Ouest.

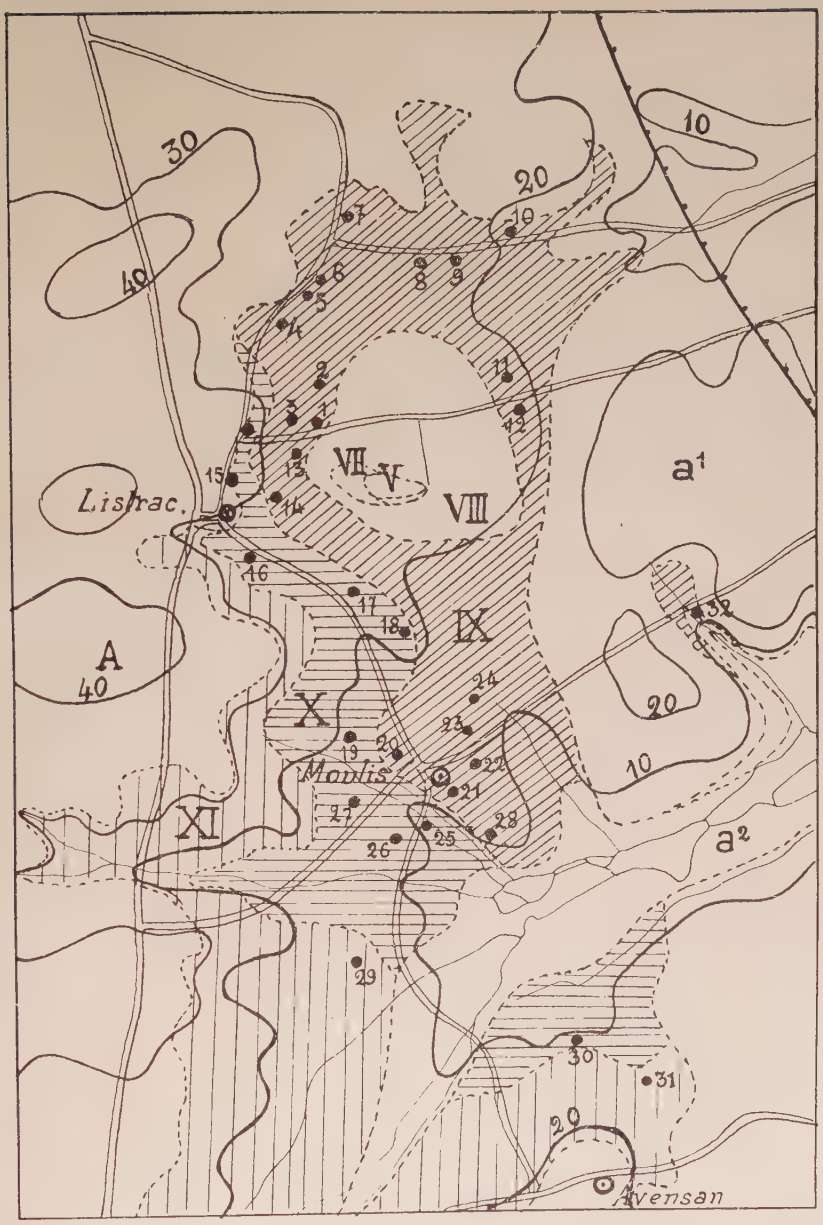


Fig. 37. — L'Eocène supérieur de la région de Moulis-Listrac.
Echelle : 1/50.000e.

V : Calcaire à *Alveolina elongata*. — VII : Calcaire à *O. cucullaris*. — VIII : Calcaire lacustre. — IX : *Calcaire de Saint-Estèphe*. — X : Marnes et argiles à *O. bersonensis*. — XI : Calcaire à Anomies et Mollasse du Fronsadais. — A : haute-terrasse de Listrac. — a¹ : terrasse moyenne de Grand-Poujeaux. — 40, 30, 20, 10 : courbes de niveau montrant le plongement des couches vers le Sud. — ● 1 à 32 : points intéressants des affleurements.

La même confusion dans la signification des couches a été faite encore par Benoist, plus au Nord, dans la commune de Listrac : « En face du Château de Lestage, dans le talus du fossé du chemin, on voit apparaître, en-dessous des couches à Anomies, le calcaire marin de Saint-Estèphe à *Echinolampas*. Sur ce point il est réduit à son minimum d'épaisseur et il repose sur des argiles d'un jaune verdâtre qui contiennent dans leur lit supérieur de rares *Ostrea bersonensis*. » [34, p. 100.]

Cette succession, comportant la superposition immédiate du *Calcaire à Anomies* au *Calcaire de Saint-Estèphe (s. str.)* et celle de ce dernier aux argiles à *O. bersonensis* de la zone X, ne correspond pas à l'ordre réel de la série stratigraphique.

En réalité, les argiles jaunâtres à *O. bersonensis* de la zone X sont bien développées entre le Château Clarke et le Château Lestage. Elles présentent des niveaux calcaires, dont l'un forme le banc à *Echinolampas*, pris par Benoist pour le « Calcaire à Echinides ». Ces couches sont surmontées normalement par le *Calcaire à Anomies* qui est formé, au pied du talus supportant le Château Lestage, par « un banc épais d'environ 3 mètres de grès dur contenant l'*Anomia girondica* et l'*O. bersonensis* ».

Dans la direction de Listrac et jusqu'à l'entrée du bourg, les travaux d'installation de la ligne électrique ont mis à jour les marnes de la zone X, jaunâtres, argileuses et renfermant *Sismondia occitana* (P. 18, 17, 16).

Les couches que Benoist indique comme « très friables et argileuses, à Tamponnet, ou bitumineuses et pénétrées de fer sulfuré à Terre Noire » et qu'il rapporte au Calcaire à Echinides, représentent encore les « Marnes et argiles » de la même zone.

« A Terre Noire, la base des Argiles à *Ostrea bersonensis* que l'on voit reposer sur les bancs à *Sismondia* contient un lit de nodules de gypse cristallisé en longues aiguilles. » [34, p. 100.]

Près de Ruat, une excavation temporaire a mis à jour une argile bleuâtre sableuse avec des blocs calcaires à Milioles, débris d'Echinides et nombreux *Anomia girondica* de grande taille.

Ces couches représentent un facies particulier des Marnes et argiles de la zone X. Benoist les avait décrites à la Mouline, dans une ancienne carrière.

Ce sont là, écrit Benoist, « des bancs calcaires avec Anomies assez fossilifères et des mollasses verdâtres à *Ostrea bersonensis* avec plaquettes gréseuses à *Anomia girondica* et *Orbitolites* ».

Margaux, Cantenac

Au Sud, la dernière apparition du *Calcaire de Saint-Estèphe*, sur la rive gauche, se fait dans la région de Margaux. Il y est représenté par des couches détritiques.

Dans le forage 20, de + 11 m. 30 à + 4 m. 80, on trouve de haut en bas :

Marne argileuse bigarrée	0 m. 32
Marne calcaire grise	1 m. 68
Argile grise verdâtre	1 m. 92
Argile marneuse bigarrée	2 m. 58

Epaisseur totale : 6 m. 50

Ces couches se poursuivent « dans une marnière voisine de Château Margaux... par des argiles sableuses grises ou jaunâtres avec *Anomia* et *O. bersonensis;* elles offrent à leur base une zone de blocs ou de calcaire marin à *Sismondia* et quelques débris d'*Echinolampas* ... et présentent à leur partie supérieure quelques plaquettes d'un calcaire marin bleuâtre avec *Anomia* que l'on retrouve en place dans la commune de Cantenac, dans le clos du Château d'Issan. » [34, p. 101.]

Enfin à Cantenac encore, à Carabin et à Curebouse, on retrouve, d'après Benoist, « le calcaire marin à *Sismondia* qui, sur ce point, est fortement raviné ... par une argile sableuse bleu verdâtre... ».

Dans les deux communes de Margaux et de Cantenac le *Calcaire de Saint-Estèphe* de la zone IX a donc été démantelé et partiellement détruit par la transgression des marnes argileuses de la zone X.

Rive droite

Roque-de-Tau, Lansac

Les faits observés sur la rive gauche se retrouvent sur l'autre rive avec les mêmes caractères.

A Roque-de-Tau, en face Margaux, le « calcaire argileux gris en plaquettes contenant de nombreux *Miliolites, Orbitolites, Sismondia, Corbula, Natica,* etc. et du lignite... » repose sur le *Calcaire lacustre de Plassac* dénudé et perforé et montre une surface ravinée par un « grès quartzeux en plaquettes dures et tendres avec *Anomia girondica, Ostrea bersonensis* et *Pecten* » [42, p. ix].

Ces observations de Benoist complètent celles, du même auteur, dans la région de Saint-Estèphe. *Elles prouvent l'existence d'une oscillation tectonique après le dépôt de la zone IX et la reprise du mouvement transgressif auquel est dû le dépôt des couches de la zone X.*

Contrairement à ce que pensait Matheron, la transgression du Calcaire à Echinides (zone IX^b, 2e zone de Matheron) avait donc gagné la rive droite et dépassé Blaye.

Elle avait même atteint les environs de Bourg, ainsi que le montre

la coupe relevée par Benoist à Lansac. On trouve, d'après cet auteur, la succession suivante, de haut en bas :

Argiles bleues compactes (zone X)	Niveau à *Ostrea bersonensis;* Banc de nodules calcaires remplis d'*Anomia girondica;* Zone remplie de débris de Mollusques; Argile à *Nerita* et débris de Poissons.
Calcaire à *Sismondia* (zone IX).	

Le niveau inférieur des argiles montre le caractère littoral des couches transgressives de la zone X. Cette dernière se trouve représentée en entier sur un autre point de la base de la falaise de Roque-de-Tau. D'après Emm. Fallot [183], l'Eocène supérieur montre sur ce point, au-dessous du *Calcaire à Astéries,* la succession suivante, de haut en bas :

7. Calcaire argileux et sableux en petits lits avec *Anomia girondica*	0 m. 20
6. Calcaire dur avec *Sismondia* et *Echinolampas;* ce banc contient un lit d'*Ostrea bersonensis*	0 m. 60
5. Calcaire argileux avec grain de quartz, *Sismondia* et *Orbitolites*	1 m.
4. Calcaire à *Melobesia, Trochus, Natica*	1 m. 50
3. Alternance de calcaire dur jaune et de marne calcaire jaune rougeâtre avec *Pecten, Anomia, Echinanthus*	2 m.
2. Marne argileuse gris bleuâtre contenant *Sismondia, Pecten* et un lit d'*Ostrea bersonensis*	0 m. 20
1. Alternance de calcaire argileux et de Marne grise avec *Pecten, Anomia, Sismondia, Echinopsis elegans, Miliolites,* reposant probablement sur le calcaire lacustre de Blaye que l'on voit plus bas, environ	4 m.

Cette succession doit représenter la totalité de l'Eocène supérieur de cette région, c'est-à-dire les zones IX^{b} (Calcaire à Echinides) et X (Marnes et Argiles à *O. bersonensis* et *S. occitana*). La couche 7 à *Anomia girondica* pourrait cependant constituer la base de l'Oligocène inférieur, fortement démantelé par la transgression du *Calcaire à Astéries.* Les couches qui manquent ici peuvent s'observer à l'extrémité de la falaise de Roque-de-Tau, sur la route de Bourg à Blaye, au bas de la côte de Bayon. La tranchée de la route montre la succession suivante, de haut en bas (fig. 38, I) :

7. Calcaire à Astéries.	
6. Bancs mollassiques gréseux, fins et calcaires à leur partie supérieure, plus grossiers à leur partie inférieure	4 m.
5. Bancs mollassiques grossiers, noduleux et renfermant quelques Anomies	4 m.
4. Argile verdâtre compacte	1 m. 50

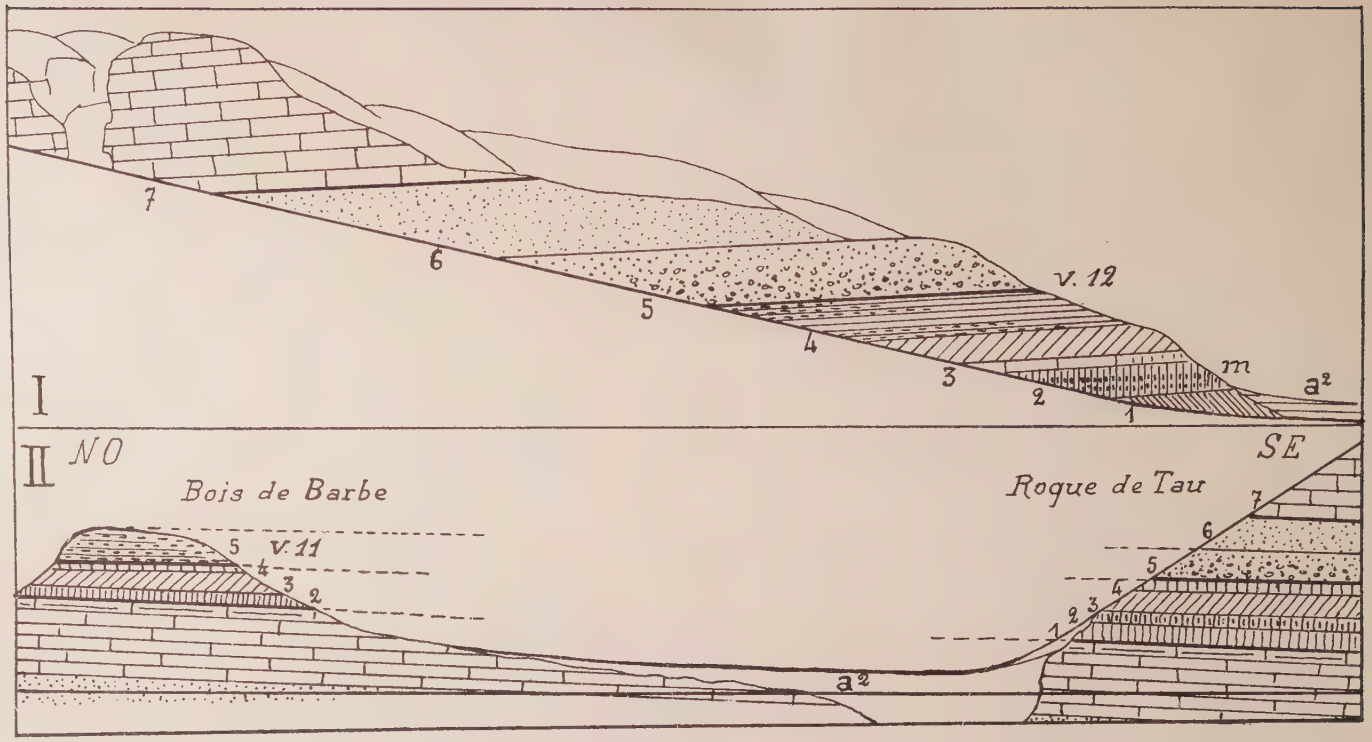


Fig. 38. — L'Eocène supérieur (et l'Oligocène) du Bois de Barbe à Roque-de-Tau.

I. Tranchée de la route de Blaye à Bourg, à Roque-de-Tau. Vue cavalière (vue 12).

II. Coupe du Bois de Barbe, à Roque-de-Tau. Echelle : L = 1/10.000e; H = 1/1.000e (vue 11).

1, 2, 3, 4 : Eocène supérieur. — 5, 6, 7 : Oligocène.

3. Marne argileuse au sommet, marneuse dans sa partie moyenne avec *S. occitana* et passant à la base à un calcaire blanc rempli de moules de Mollusques ..... 1 m.
2. Argile bleuâtre gréseuse renfermant en grande abondance une Huître plissée ..... 0 m. 50
1. Argile visible seulement par sa partie supérieure et qui doit reposer sur le calcaire lacustre, visible un peu plus loin.

L'Eocène supérieur, constitué par les couches 1, 2, 3, 4, possède ici un facies plus argileux que dans la coupe précédente. Il présente encore le même caractère au Bois de Barbe, soit :

5. Grès sableux jaunâtre, avec *Anomia*, en bancs durcis discontinus formant la tranchée de la route ..... 4 m.
4. Sable gréseux bleuâtre avec nombreux *Brissopsis elegans* .. 0 m. 50
3. Argile verdâtre et jaunâtre à *O. bersonensis* et *Anomia*.
2. Couches calcaires argileuses avec Foraminifères *(Orbitolites)*.

Ces couches, qui surmontent le calcaire lacustre compact, coupé par la tranchée du chemin de fer, correspondent à celles de la coupe précédente. En particulier, les grès à Anomies sont voisins comme facies des « bancs mollassiques » 5 de Roque-de-Tau. Comme ceux-ci passent insensiblement à la mollasse qui, sous le *Calcaire à Astéries*, occupe la place de la *Mollasse du Fronsadais*, les grès à Anomies du Bois de Barbe représentent le *Calcaire à Anomies* de la rive gauche, c'est-à-dire la base de l'Oligocène.

Les relations entre les différentes couches sont représentées dans une coupe passant par le Bois de Barbe et Roque-de-Tau (fig. 38, II).

Blaye, Saint-Christoly-de-Blaye, Saugon

En suivant la rive vers Blaye, les couches de l'Eocène supérieur forment, après Plassac, la croupe arrondie qui longe la route, du Moulin de Ler à la carrière de l'Octroi.

Dans la butte qui domine cette carrière, on trouve les couches qui ont été représentées dans la coupe I de la figure 14, soit :

5, *d*. Banc de Calcaire blanc miliolitique ..... 0 m. 50
c. Marne blanche argileuse et sableuse renfermant *Ostrea* et *Anomia girondica* de grande taille ..... 0 m. 30
b. Grès calcaire grisâtre rempli de Mollusques *(Diastoma costellatum, Natica, Dientomochilus, Xenophora, Arca, Lucina)* et renfermant *Sismondia occitana* et *Echinopsis elegans* ..... 1 m. 50
a. Argile grise jaunâtre renfermant en abondance, principalement dans sa partie supérieure, *Ostrea bersonensis, Anomia, Pecten, Sismondia occitana* ..... 3 m.

Les argiles jaunes gréseuses reposent sur des argiles vertes compactes dépendant du *Calcaire lacustre de Plassac* 4[b].

Il n'est point dans le cadre de notre étude de décrire l'Eocène supérieur dans tous les affleurements de la rive droite. Mais il convient, comme nous l'avons fait pour les formations antérieures, de fixer les limites de la transgression marine et les équivalents continentaux des dépôts marins du Médoc.

Au Nord-Est de Blaye, deux observations importantes ont été faites par Benoist.

La première consiste dans la découverte, près de Saint-Christoly-de Blaye, dans un puits, « au lieu dit le Trias, au-dessus du Calcaire marin de Blaye, épais sur ce point d'environ 14 mètres, des couches argileuses à *O. bersonensis* renfermant de nombreux débris roulés empruntés aux couches disparues, telles que le calcaire lacustre et le calcaire à *Sismondia* » [34, p. 103].

Ces observations montrent le caractère transgressif des couches des zones IX et X.

La seconde observation a été faite à Saugon, à quelques kilomètres au Nord de la précédente. Benoist y a reconnu, entre le *Calcaire lacustre de Plassac* et les argiles sableuses bleuâtres de l'Oligocène, « un lit de sable peu fossilifère et une couche d'argile lignitifère avec nombreux débris de *Palœotherium* » [34, p. 103].

On est à la limite de la transgression de la mer à Sismondia *et au point où apparaît l'équivalent continental des dépôts marins,* « l'Argile à Palœotherium » *dont nous allons voir le développement vers l'Est et le Sud-Est.*

RÉGION DU SYNCLINAL DE BORDEAUX

Bourg, Saint-André-de-Cubzac, Libourne

De Bourg à Libourne, l'Eocène supérieur se rencontre dans les forages.

C'est dans la région de Lansac et de Bourg qu'on peut observer le passage des formations marines aux formations continentales.

Dans les forages, de Bourg à Saint-André-de-Cubzac, l'Eocène supérieur est représenté par des argiles bigarrées, jaunes, vertes et rouges, dites « *Argile à* Palœotherium ».

On trouve cette argile, au-dessus du *Calcaire lacustre de Plassac,* aux profondeurs de — 27 m. 20 (f. 26), — 31 m. 62 (f. 24), — 32 mètres (f. 25), — 23 m. 55 (f. 30). Son épaisseur est assez difficile à établir, car on a, dans cette région, une succession de couches continentales de facies parfois voisin et sans faune caractéristique. Les couches à Anomies, seul repère précis, ne sont pas toujours représentées : l'érosion due au surcreusement du lit de la Dordogne les a, en de nombreux points, atteintes et emportées.

La série la plus complète est fournie par le forage 24. Au-dessous de la *Mollasse du Fronsadais,* épaisse de 17 m. 41, on trouve un calcaire pyriteux miliolitique (couche 4), de 1 m. 79, représentant le *Calcaire à Anomies,* c'est-à-dire la phase transgressive, de courte durée, qui marque le début de l'Oligocène.

Entre cette couche 4 et le *Calcaire lacustre de Plassac,* on a traversé, de — 31 m. 62 à — 7 m. 30, une épaisseur de 24 m. 32 d' « argile verte panachée de rouge » qui représente l'Eocène supérieur.

Dans un forage voisin (f. 26), on trouve la même « argile panachée, verte, grise et jaune », sur une épaisseur de 20 m. 55, de — 27 m. 20 à - 6 m. 65.

La puissance de ce dépôt continental, comparée à la faible épaisseur des couches marines équivalentes, situées plus au Nord, montre que la subsidence de la fosse du Libournais, qui avait montré un maximum d'intensité à la fin de l'Eocène moyen, s'était poursuivie pendant l'Eocène supérieur en s'avançant jusqu'à Bourg.

A Libourne, le relevé des couches, d'après Benoist, est le suivant (f. 55) :

9-10. Argile bigarrée jaune et verte	33 m. 91
11. Argile sableuse verdâtre	3 m. 74
12. Grès argileux à pâte fine jaunâtre	0 m. 39
13. Argile verte	6 m. 38
14. Grès grisâtre et Calcaire avec *Miliolites*	1 m. 06
15. Argile verte	2 m. 32
16. Mollasse grossière et fine verdâtre avec nodules de calcaire d'eau douce	0 m. 28
17. Sable argileux noirâtre	3 m. 64
18. Argile	0 m. 52

Dans cette succession on distingue deux parties : une inférieure (couches 11 à 18) de 18 m. 33, formée par des dépôts de composition variée, et une supérieure (couches 9 et 10) de 33 m. 91, constituée par l'*Argile à* Palœotherium proprement dite.

Ces deux parties doivent correspondre sensiblement aux zones IX et X.

La partie inférieure continue les dépôts des *Sables fluviatiles du Libournais* du Lutétien supérieur; les éléments détritiques deviennent, en s'élevant, de plus en plus fins; *enfin à — 45 m. 92 se rencontre un niveau marin qui marque la limite de la transgression de la mer de l'Eocène supérieur vers l'Est.*

Au delà de Libourne, à Saint-Christophe-de-Bardes, on ne trouve plus aucune trace de formation marine. L'*Argile bigarrée à* Palœo-

therium est représentée par la partie moyenne des couches détritiques, argiles, sables et marnes qui commencent, sous le *Calcaire à Astéries*, à + 57 m. 70 et sont traversées jusqu'à — 54 m. 81, soit sur 112 m. 51. Les divisions établies par Benoist dans cette succession sont nécessairement très approximatives.

Saint-Loubès, Izon, Vayres, Arveyres

La couche marine 14 du forage de Libourne fait partie des dépôts de même nature qui constituent l'Eocène supérieur dans la région située au Sud de la précédente, sur l'alignement Saint-Loubès-Yzon-Vayres-Arveyres (Relevé de Benoist) [56, p. III].

A Yzon, l'Eocène supérieur est entièrement marin. Sur les *Sables fluviatiles du Libournais*, traversés sur 29 m. 23, la zone IX est représentée par 10 m. 37 de Calcaire à *Sismondia* et la zone X par 11 mètres de Marnes à *Ostrea bersonensis*. Au-dessus vient la *Mollasse du Fronsadais* traversée sur 25 m. 90 jusqu'à 19 m. 50 de la surface du sol.

A Saint-Loubès, au-dessus des couches à *O. bersonensis*, se place une assise épaisse d'*Argile bigarrée*.

A Vayres, on a retrouvé également les *Sables fluviatiles du Libournais*, des alternances de calcaire à Milioles, d'argile noire avec lignite et *Ostrea bersonensis* et des Marnes à *Anomia*, surmontées par l'*Argile bigarrée à* Palœotherium.

Enfin, à Arveyres, à — 54 m. 26, sur les *Sables fluviatiles du Libournais*, on rencontre 12 m. 31 de « bancs calcaires gris » miliolitiques avec *Echinolampas ovalis* et *Sismondia occitana*, surmontés par une « argile grise et blanche à *Ostrea bersonensis* ».

L'épaisseur des couches marines, qui était de 21 m. 37 à Yzon, est ici seulement de 12 m. 31. Il est probable que la partie inférieure des argiles bigarrées, épaisses de 34 mètres, appartient à l'Eocène supérieur, comme dans les autres forages.

La zone IX, constituée par le Calcaire à Echinides, se trouve donc représentée dans tous les forages avec une épaisseur de 10 à 12 mètres. La zone X, entièrement marine à Yzon, est continentale dans sa partie supérieure à Saint-Loubès, et en totalité à Arveyres.

Région de Bordeaux

Bruges

On pourrait penser que les dépôts marins épais de la région de Saint-Loubès-Yzon-Arveyres se prolongent vers le Sud dans la région de Bordeaux. Il n'en est rien; ils diminuent au contraire d'épaisseur et accentuent leur caractère littoral.

A Bruges (f. 32), au-dessus du *Calcaire lacustre de Plassac*, bien

caractérisé par des Limnées et des Planorbes, on trouve les couches suivantes (relevé de LINDER) [246] :

17. Mollasse grossière avec corps miliolitiformes	1 m. 85
18, 24. Argile panachée et mollasse micacée	1 m. 95
20. Marne jaunâtre verdâtre	1 m. 35
21 à 25. Marnes et calcaires marneux	1 m. 50

Epaisseur totale : 6 m. 65

Bordeaux

Rive droite. — L'Eocène supérieur est bien délimité à sa partie supérieure par la constance du *Calcaire à Anomies* représenté par un banc de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire dur, gris bleuâtre. Ce banc se rencontre à la profondeur moyenne de — 40 mètres.

Au-dessous, on trouve des dépôts d'une vingtaine de mètres (22 m. 10, 20 m. 14, 22 m. 60, 24 m. 80), qui vont jusqu'aux couches à *O. cucullaris* et dans lesquels il est impossible d'établir une division. La moitié supérieure, qui doit représenter l'Eocène supérieur, est constituée par des marnes argileuses et sableuses.

Rive gauche. — Dans le forage du Parc Bordelais (f. 44), on a distingué un niveau inférieur de 12 mètres formé par des marnes sableuses et calcaires (de — 99 mètres à — 87 mètres) et un niveau supérieur renfermant des sables argileux micacés et des marnes calcaires (de — 87 mètres à — 79 m. 10). Mais cette classification des couches doit être considérée comme très approximative. Dans le forage 42, au-dessus d'une épaisseur de 29 m. 03, de — 114 m. 40 à — 85 m. 40, de marnes argileuses grises, jaunes, bariolées, on trouve des bancs d'un calcaire dur, bleu et pyriteux, qui représente le *Calcaire à Anomies.*

Tout ce qu'on peut dire de ces couches, c'est qu'elles ont même facies que sur l'autre rive et qu'elles sont deux fois plus épaisses.

VALLÉE DE LA GARONNE DE BORDEAUX A LANGON

Dans les forages de Portets, Rions et Cadillac, la transgression de l'Eocène supérieur a raviné ou détruit les dépôts antérieurs. Au-dessus du *Calcaire de Blaye,* dont la surface porte des traces d'érosions et de perforations, on trouve une couche argileuse renfermant des galets et des débris de calcaires marins et lacustres.

Dans le forage de Portets (f. 50), BENOIST désigne comme « couche à *O. bersonensis* et *Calcaire de Saint-Estèphe* » une succession de dépôts argilo-marneux de 41 m. 81 (de 103 m. 41 à 145 m. 22).

A Rions, on trouve, dans la même position, de 98 m. 70 à 137 m. 40, des marnes jaunâtres (30 mètres) devenant noirâtres

et renfermant des plaquettes calcaires à leur partie supérieure (8 m. 70).

Enfin, nous avons pu observer le détail des couches dans un forage voisin, à Cadillac (f. 53), soit, de haut en bas :

	Marne jaune argileuse	65 m.
10.	Marne verdâtre calcaire rosée	2 m. 10
11.	Marne blanchâtre	1 m. 20
12.	Marne argileuse jaune	4 m. 50
13.	Calcaire compact dur	2 m. 30
14.	Argile noirâtre	4 m. 50
15.	Sable pyriteux	1 m. 90
16.	Argile blanche dure	1 m. 80
17.	Argile jaune	10 m. 20
18.	Sable fin micacé	1 m.
19.	Argile grise	6 m.
20.	Argile grise et rognons calcaires	2 m. 15

Epaisseur totale : 102 m. 65

21. Calcaire de Blaye à 131 m. 15.

Cette succession correspond exactement, comme position et composition, à celle des forages de Rions et de Portets. On remarque, dans les trois forages, la présence à la partie supérieure d'un banc calcaire qui sépare les dépôts variés de la partie inférieure des marnes argileuses jaunes de la *Mollasse du Fronsadais*. Ce niveau calcaire, dans les forages de Bordeaux, où il est très constant, représente le *Calcaire à Anomies*, c'est-à-dire la base de l'Oligocène.

A Cadillac, l'Eocène supérieur, se terminant au-dessous du banc calcaire de la couche 13, aurait une épaisseur de 26 m. 55. A Rions, seule la partie inférieure de 30 mètres appartiendrait à l'Eocène supérieur. Il en serait de même pour celui de Portets.

La composition de l'Eocène supérieur dans la vallée de la Garonne, de Portets à Langon, est donc identique à celle des forages de Bordeaux, rive gauche.

Arcachon : forage des Abatilles (f. 56)

En remontant de 403 m. 50 à 382 m. 20, on trouve une succession de bancs calcaires gris verdâtre, durs, renfermant *N. striatus* (carotte 13).

Au-dessus, de 382 m. 20 à 310 mètres, se succèdent sans interruption des calcaires gris blanchâtre tendres à *N. incrassatus*. Dans cette série aucune limite précise ne peut être établie. On peut cependant considérer que l'Eocène prend fin là où *N. incrassatus* est remplacé par *N. vascus*, soit vers 325 mètres.

Les couches comprises entre 325 mètres et 382 m. 20 peuvent être divisées en deux séries. Dans la première, de 330 mètres à

375 mètres (carotte 10), on ne trouve que *N. incrassatus*, des Bryozoaires et des Lithothamniées. La deuxième, de 357 mètres à 382 m. 20 (carottes 11 et 12), dans laquelle ont été rencontrés plusieurs niveaux aquifères, renferme, avec *N. incrassatus, Alveolina sp.*, des Milioles, des Globigérines et des fragments d'Echinides.

En résumé, l'Eocène supérieur est représenté dans le forage d'Arcachon par les couches calcaires qui vont de 330 mètres à 403 m. 50 et qui se divisent en trois parties :

1° Niveau supérieur : de 325 mètres à 357 mètres, soit 32 mètres;

2° Niveau moyen : de 357 mètres à 382 m. 20, soit 25 m. 20;

3° Niveau inférieur : de 382 m. 20 à 403 m. 50, soit 21 m. 30.

Ces trois parties correspondent approximativement à nos trois divisions : zone X, zone IX^a, zone IX^b.

Les forages de la bordure orientale du Bassin d'Arcachon, d'Audenge à Lège, atteignent les calcaires à *N. incrassatus* de l'Eocène supérieur à partir d'une profondeur moyenne de 235 mètres, soit 90 mètres plus haut qu'à Arcachon.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

RÉSUMÉ

COMPOSITION DES ZONES IX ET X

Zone IX

Niveau inférieur (IX^a) : Calcaire de Saint-Yzans

Les dépôts de ce niveau marquent le début de la transgression de l'Eocène supérieur, laquelle s'est produite, ainsi que le pensait Matheron, du NO au SE.

Dans cette première phase la mer envahit progressivement le synclinal de Pauillac *en déposant des sédiments de caractère d'autant plus littoral qu'on avance vers le SE. Elle ne recouvre pas l'*axe anticlinal Listrac-Blaye *qu'elle contourne par l'Ouest en s'approchant jusqu'aux environs de Listrac.*

Niveau supérieur (IX^b) : Calcaire de Saint-Estèphe s. str.

Le niveau supérieur de la zone IX, décrit par Benoist *sous le nom de* Calcaire à Echinides, *correspond à une accentuation de*

la transgression. La mer envahit largement le synclinal girondin.

Au Nord, de Bégadan à Pauillac, elle dépose des calcaires compacts plus ou moins argileux, renfermant une riche faune de Mollusques et d'Echinides. Des dépôts, de facies et de faune analogues, recouvrent le bombement de Listrac. Vers l'Est, depuis Beychevelle et Soussans, les couches s'amincissent et ne sont plus représentées que par des dépôts littoraux qui atteignent Saint-Christoly-de-Blaye et Lansac. La partie inférieure des couches de la rive droite, de Blaye à Roque-de-Tau, appartient à cette division de l'Eocène supérieur.

Dans le *synclinal de Bordeaux,* la mer s'avance jusqu'à Libourne; les sédiments sont franchement marins dans la partie nord, de Saint-Loubès à Arveyres, et littoraux sous Bordeaux. Sur la bordure E et NE du synclinal, de Bourg à Saint-Christophe-des-Bardes, on trouve, comme formation équivalente du Calcaire marin, l'*Argile à* Palœotherium, dont le dépôt se poursuit pendant tout l'Eocène supérieur.

La répartition des couches et des facies montre que la transgression marine s'est produite de l'Ouest à l'Est et a été beaucoup plus étendue que ne le pensait Matheron. *L'épaisseur et la nature des dépôts montrent également que les déformations du Bassin girondin ne se produisent plus pendant cette phase selon les lignes tectoniques directrices qui avaient réglé la sédimentation pendant l'Eocène inférieur et moyen.*

Enfin, le changement brusque de facies et la ligne de ravinement, qui existent dans tout le bassin, à la surface des couches de la zone IX^{b}, montrent qu'il s'est produit à la fin du dépôt de ces couches une oscillation tectonique qui les a relevées et qui a modifié les conditions de la sédimentation.

Zone X

Marnes blanches a S. occitana et Argile a O. bersonensis

Les dépôts de cette zone ont sensiblement la même répartition géographique que les précédents qu'ils ravinent plus ou moins profondément. Leur caractère transgressif est particulièrement visible sur la bordure orientale, à Margaux, Saint-Christoly-de-Blaye, Roque-de-Tau et Lansac.

Sur cette bordure et jusqu'à Pauillac, c'est le facies argileux à *Ostrea bersonensis* qui est exclusivement représenté, avec intercalation de quelques niveaux calcaires et sableux à Roque-de-Tau et à Blaye. Ces couches ne dépassent pas quelques mètres d'épaisseur.

Aux environs de Pauillac, les facies argilo-sableux et marno-sableux dominent avec des nodules pyriteux et des lits de débris végétaux. Ces couches, sur le territoire de la commune de Saint-Estèphe, sont argileuses au Sud, jaunes ou vertes autour de Leyssac, « bleuâtres, verdâtres ou sableuses » avec « nodules calcaires » de Leyssac à Beyzac. Mais en quelques points, comme à Troupian et principalement sur la bordure nord de la commune, à Jullian, le long du marais de Reysson, apparaît le facies « marne blanche » qui se généralise vers le Nord, de Saint-Germain-d'Esteuil à Civrac.

Les *Marnes blanches* présentent leur plus grande épaisseur et le facies caractéristique dans la région de Blaignan. Il s'est formé sur ce point un petit bassin qui a été comblé par elles. Nous avions signalé un fait analogue au moment du dépôt du *Calcaire à Milioles de Saint-Yzans,* lequel s'appuie contre le *Calcaire de Couquèques* qui présente là un pendage maximum vers le Sud.

C'est donc dans l'accentuation de la flexure du bord sud du bombement de Couquèques *que se trouve la cause de la formation du* bassin synclinal de Blaignan.

L'Eocène supérieur dans cette région atteint là son maximum d'épaisseur, soit 35 mètres environ, dont la moitié pour les Marnes blanches.

Dans la région de Caussan, les *Marnes* diminuent rapidement d'épaisseur et changent de facies. Cette région se situe dans le prolongement, vers le SO, de l'*axe anticlinal de Couquèques. Pendant le dépôt des* Marnes blanches, *elle a montré une certaine rigidité et s'est enfoncée beaucoup moins que la zone synclinale située immédiatement au Sud-Est, près de Blaignan.*

A partir de Caussan se produit le changement de direction du SE au SO des pendages des couches de l'Eocène supérieur.

Autour de Civrac, le facies caractéristique des *Marnes blanches* renferme des niveaux calcaires et passe graduellement aux marnes oligocènes. Nous avions noté déjà dans la même région, au SO de Bégadan, l'homogénéité des facies des deux niveaux du *Calcaire de Saint-Estèphe.*

*Au Nord-Ouest de l'*axe anticlinal de Couquèques, *il y a donc*

eu une mer aux eaux calmes, dans laquelle le dépôt d'un calcaire blanc et de marnes blanches s'est poursuivi sans interruption, du début de l'Eocène supérieur à la fin de l'Oligocène inférieur.

La zone X est bien représentée dans la partie occidentale du *bombement de Listrac* par des *Marnes blanches* voisines de celles du Bas-Médoc, mais généralement plus argileuses.

Dans la partie nord du *synclinal de Bordeaux* les dépôts de la zone X continuent ceux de la zone IX. Ils sont constitués par des *Marnes* et *Argiles à* O. bersonensis. Au Nord-Est, sur la ligne Bourg-Libourne, se poursuit le dépôt continental des *Argiles bigarrées à* Palœotherium.

La région de Bordeaux constituait une bordure littorale, comme pendant la période précédente. On constate une plus grande épaisseur des dépôts sur la rive gauche que sur la rive droite.

Ce dernier caractère se répète dans la vallée de la Garonne jusqu'à Langon où des marnes sableuses et argileuses indiquent le voisinage de la zone d'apports détritiques.

Cette répartition des facies va trouver son explication dans l'étude des déformations du *synclinal girondin* pendant l'Eocène supérieur.

CONCLUSION

LES PHÉNOMÈNES DE SUBSIDENCE ET LA SÉDIMENTATION PENDANT L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

Synclinal de Pauillac et Anticlinal Listrac-Blaye
(c. I, fig. 39)

Pendant l'Eocène inférieur et moyen la partie affaissée du *synclinal de Pauillac* s'était maintenue dans la partie sud, vers Beychevelle et Cussac, au pied du relèvement anticlinal de Listrac-Blaye. Ce caractère avait persisté au Lutétien supérieur, pendant le dépôt des couches marines et lacustres de Plassac (fig. 8, I et II).

Un ordre inverse se présente pendant l'Eocène supérieur : le synclinal s'approfondit au Nord aux abords immédiats du bombement de Couquèques. La comparaison de la coupe I de

la figure 39 avec la coupe II de la figure 8 est à cet égard très significative.

Au Sud, la région anticlinale Listrac-Blaye est largement recouverte dans sa partie occidentale, de Moulis à Listrac.

Par contre, sur l'autre rive, le bombement de Blaye constitue une bordure littorale sur laquelle les dépôts marins viennent se terminer en biseau.

Les unités tectoniques qui avaient réglé la sédimentation avec une grande continuité, pendant l'Eocène inférieur et moyen, cessent d'exercer un rôle directeur. Pendant l'Eocène supérieur la sédimentation dans l'ancien synclinal de Pauillac *est dirigée par la formation d'unités tectoniques secondaires qui résultent de déformations locales des bassins antérieurs. L'Eocène supérieur s'oppose ainsi d'une manière très nette à l'Eocène moyen; il y a là une raison capitale pour faire débuter la période avec le dépôt du* Calcaire de Saint-Yzans *(zone IX^a).*

Synclinal de Bordeaux (c. II, fig. 39)

Des phénomènes analogues se produisent dans le synclinal de Bordeaux. *L'axe du synclinal, c'est-à-dire la ligne d'affaissement maximum, se trouve reportée au Nord sur la direction Bourg-Libourne.*

La sédimentation, dans cette région, est soumise à l'action des accidents tectoniques, secondaires, *anticlinaux* A^1 A^1, A^2 A^2, *synclinaux* S^1 S^1, S^2 S^2, *fosse du Libournais,* dont nous avons vu la formation au Lutétien supérieur (fig. 7 et 8).

La région de Lansac, où viennent expirer les deux transgressions du Calcaire à Echinides et des *Argiles à* O. bersonensis, se trouve sur la bordure orientale du *synclinal* S^1 S^1. De même, sur la direction Bruges-La Bastide, qui est celle de l'*anticlinal* A^2 A^2, les dépôts présentent une épaisseur minimum.

Par contre, l'affaissement continue à être plus important sur la rive gauche. Cette zone de subsidence active se poursuit vers le Sud-Est dans la direction de Portets, Cadillac, Langon avec une égale intensité, ainsi qu'en témoignent les dépôts identiques comme composition et comme épaisseur.

La région de Cadillac s'était montrée très stable depuis le dépôt du Calcaire de Blaye. *La reprise de l'affaissement n'est que le début d'une phase de subsidence qui atteindra son maximum d'intensité durant l'Oligocène inférieur.*

Cette subsidence ne s'étendra pas vers le Sud car la série de

120 mètres de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur ne se trouve représentée au Château Vigneau (12 kilomètres de Cadillac) que par quelques mètres de dépôts détritiques.

Ces dépôts n'ont plus que 75 mètres de puissance dans le forage voisin, de Lestiac, situé sur l'autre rive. *Il faut donc penser que l'*anticlinal A^2 A^2 *se poursuit dans la direction du SE et sépare la* fosse du Libournais *du synclinal qui s'approfondit à partir de l'Eocène supérieur de Langon à Bordeaux* (synclinal S^2 S^2, *fig. 7, II*).

La partie est du *synclinal de Bordeaux* est comblée par des dépôts continentaux connus sous le nom d'*Argile à* Palœotherium.

On pourrait penser qu'au voisinage des bordures littorales les dépôts continentaux correspondent à des régions de moindre affaissement. Au contraire, sur la bordure littorale, de Blaye à Lansac (près de Bourg), l'épaisseur des dépôts marins varie de 5 à 10 mètres, tandis que l'*Argile à* Palœotherium, de Bourg à Libourne, a une épaisseur de 20 à 52 mètres.

L'existence et l'épaisseur de dépôts marins sur une bordure littorale ne correspondent donc pas nécessairement à un affaissement plus grand que celui des régions voisines qui reçoivent des formations continentales.

La limite entre les dépôts marins et continentaux est simplement due au rapport qui existe à chaque moment entre l'enfoncement du fond du synclinal et le comblement par les apports continentaux ou la sédimentation marine.

Sur la ligne Bourg-Libourne, le comblement devance l'affaissement : l'Argile à Palœotherium *est seule représentée. Sur une ligne parallèle à la précédente, de Saint-Loubès à Arveyres où l'intensité de la subsidence est la même, l'inverse se produit : le comblement retarde sur l'enfoncement; il s'ensuit que les dépôts marins avancent vers l'Est au détriment des dépôts continentaux. Cet ordre comporte à certains moments quelques modifications, ce qui explique la présence d'un épisode marin de courte durée (1 m. 06 à Libourne) et l'avancée de l'Argile à* Palœotherium, *durant la deuxième partie du dépôt de la zone X, jusqu'à Saint-Loubès, Vayres et Arveyres.*

Les deux coupes de la figure 39 montrent l'intensité des phenomènes de subsidence qui ont dirigé les étapes de la transgression marine et la distribution des facies.

La première fait ressortir l'action exercée en propre par le bombement de Couquèques et la production, pendant l'épisode des Marnes blanches, *du petit bassin synclinal de Blaignan.*

La seconde montre en particulier l'importance de la subsidence de la fosse du Libournais, *le prolongement de cette fosse par le* synclinal S^1 S^1 *et les relations entre les facies marins et continentaux.*

Les deux coupes réunies et ajoutées aux coupes correspondantes de l'Eocène moyen (fig. 7 et 8) présentent l'état du synclinal girondin *à la fin de l'Eocène, au moment où la première transgression marine de l'Oligocène vient déposer, jusqu'à Libourne et Bordeaux, les couches à facies uniforme du* Calcaire à Anomies.

Nous avons tracé sur les coupes I et II de la figure 39 une ligne *x y* qui figure la position actuelle de la base de l'Eocène supérieur. *Cette ligne représente en réalité la résultante des oscillations tectoniques qui se produiront après l'Eocène et que nous aurons à définir.*

Mais la comparaison des deux lignes *x y* présente en elle-même un grand intérêt. La première est sensiblement parallèle à la position qu'occupait la base des couches de l'Eocène supérieur après leur dépôt. *Cela signifie que le* synclinal de Pauillac *a pu être entraîné, après l'Eocène, dans des mouvements positifs et négatifs, mais qu'il n'a pas subi de nouvelles déformations : il a suivi passivement les mouvements du bassin. C'est en quelque sorte un synclinal mort. La rigidité de plus en plus grande de cette portion du* Bassin girondin, *qui n'avait fait que s'accentuer durant l'Eocène moyen, trouve là une nouvelle expression.*

La ligne x y *de la coupe II présente des caractères tout à fait différents. Elle montre que le* synclinal de Bordeaux *est resté actif après l'Eocène et qu'il a été le siège de nouvelles déformations. Celles-ci consistent dans une accentuation de la* fosse du Libournais *et dans une surrection de l'*anticlinal de Listrac-Blaye.

Mais il est intéressant de remarquer, dès à présent, comment deux synclinaux, de même formation et dont le développement s'était poursuivi d'abord parallèlement, arrivent dans la suite des temps à se comporter d'une manière tout à fait différente.

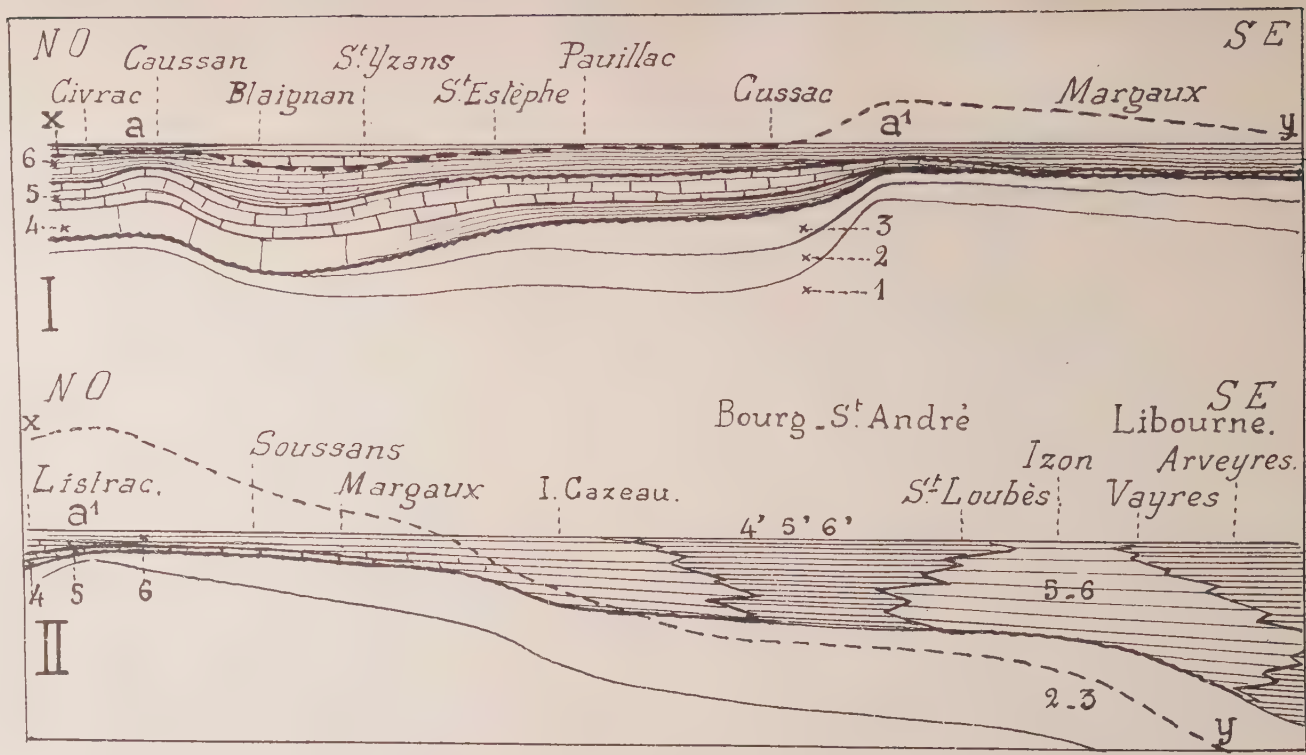


Fig. 39. — Les déformations du synclinal girondin pendant l'Eocène supérieur.

Coupe I. Civrac-Margaux. Echelle : L = 1/250.000e; H = 1/2.000e.
Coupe II. Listrac-Arveyres. Echelle : L = 1/300.000e; H = 1/2.000e.

1 : Calcaire de Blaye (zone VI). — 2 : couches marines de Plassac (zone VII). — 3 : couches lacustres de Plassac (zone VIII). — 4 : Calcaire de Saint-Yzans (zone IXa). — 5 : Calcaire de Saint-Estèphe (zone IXb). — 6 : Marnes blanches (zone X). — a a1 : anticlinaux de Couquèques et de Listrac. — 4', 5', 6' : Argile à *Palæotherium*. — x y : position actuelle de la base de l'Eocène supérieur.

LA FAUNE DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

Il n'est pas dans le cadre de notre étude de décrire la faune des zones IX et X.

Nous nous bornerons à rechercher dans chaque groupe la signification des espèces caractéristiques citées par les auteurs précédents auxquelles nous joindrons celles qui résultent de nos recherches.

Nous retiendrons principalement les groupes les mieux connus et les plus significatifs : les Mollusques et les Echinides.

MOLLUSQUES

Deshayes avait signalé dans le *Calcaire de Saint-Estèphe,* près de Pauillac :

1. *Cardium aviculare* Lmk.
2. *Phacoides mutabilis* Lmk.
3. *Terebellum convolutum* Lmk.

Vasseur [311, p. 404] y cite encore :

4. *Rostellaria fissurella* Lmk.
5. *Natica cœpacea* Lmk.
6. *Natica labellata* Lmk.
7. *Turritella sulcifera* Desh.
8. *Calyptræa trochiformis* Lmk.
9. *Corbis lamellosa* Lmk.
10. *Lucina concentrica* Lmk.
11. *Clavagella coronata* Desh.

Benoist [34, p. 302 et suiv.] donne une longue liste d'espèces parmi lesquelles, en dehors des espèces déjà citées, on peut retenir pour le *Calcaire de Saint-Estèphe (s. str.) :*

12. *Clavagella Moulinsi* Desh.
13. *Lithodomus cordatus* Lmk.
14. *Corbula angulata* Lmk.
15. *Tellina* aff. *biangularis* Desh.
16. *Cardium* aff. *porulosum* Sol.
17. *Cardium* aff. *parisense* d'Orb.
18. *Gonocardium Mayeri* Ben.
19. *Lucina saxorum* Lmk.
20. *Fimbria* aff. *subpectunculus* d'Orb.
21. *Chama fimbriata* Defr.
22. *Arca rudis* Lmk.
23. *Arca planicosta* Desh.
24. *Pinna pyreneica* Rouault.
25. *Pecten subscabriusculus* d'Orb.
26. *Ostrea bersonensis* Math.
27. *Anomia girondica* Math.
28. *Natica patula* Desh.
29. *Natica cepacea* Lmk.
30. *Natica ponderosa* Desh.
31. *Ampullina parisiensis* d'Orb.
32. *Xenophora cumulans* Brong.
33. *Turritella* aff. *imbricataria* Lmk.
34. *Potamides* aff. *elegans.*
35. *Chenopus goniophorus* Bell.
36. *Terebellum fusiforme* Lmk.

M. Abrard [1, p. 345], d'après M. J. Timon-David, ajoute à la liste des auteurs précédents :

37. *Chlamys solea* Desh.
38. *Chlamys* aff. *parisiensis* d'Orb.
39. *Chlamys* aff. *multistriata* Desh.
40. *Corbis lamellosa* Lmk.
41. *Meretrix elegans* Lmk.
42. *Diastoma costellatum* Lmk.

Nos recherches, dans les affleurements des deux rives de la Gironde, nous ont permis d'admettre la plupart des citations d'espèces antérieures. Nous avons retrouvé certaines de ces espèces dans le banc fossilifère qui termine la zone IX[a], à Caussan et à Bournac, dont le *Gonocardium Mayeri* de Benoist et *Diastoma costellatum* très abondant et de grande taille. En plus, en dehors des espèces spéciales ou douteuses, nous avons identifié, dans de bonnes contre-empreintes :

43. *Hipponyx cornucopiæ* Lmk.
44. *H. dilatatus* Lmk.
45. *Collonia marginata* Lmk.
46. *Nerita tricarinata* Lmk.
47. *Calyptræa aperta* Sol.
48. *Dientomochilus ornatus* Desh.
49. *Cerithium turritellatum* Lmk.
50. *C. globulosum* Desh.
51. *Hemiconus stromboides* Lmk.
52. *Conus diversiformis* Desh.
53. *Tritonidea* aff. *polygona* Lmk.

Dans la couche marneuse sous-jacente, nous avons rencontré encore les espèces suivantes, retrouvées également à Blaye à la butte de l'Octroi :

54. *Meretrix Heberti* Desh.
55. *Vulsella angusta* Desh.
56. *Chlamys infumata* Lmk.
57. *Chlamys* aff. *optata* Desh.

Ces listes partielles, qui réunissent 57 espèces, ne représentent qu'une faible partie de la faune de Mollusques de l'Eocène supérieur de la Gironde. On ne peut donc en tirer des conclusions précises; mais il est possible d'en relever les caractères. Parmi ceux-ci, trois sont très nets :

1° Disparition de la faune de Cérithes commune aux couches lutétiennes des bassins occidentaux et du Bassin de Paris et apparition d'espèces du Bartonien de ce dernier bassin.

2° Disparition des espèces dominantes spéciales qui rapprochaient les faunes des bassins du Sud-Ouest et de l'Ouest et leur donnaient un caractère original : *Gonocardium Heberti*,

Lithocardium dilatatum, Petricola Vasseuri, Perna incavata, Cerithium costatum, Dientomochilus princeps.

3° Persistance de nombreuses espèces du Lutétien du Bassin de Paris, parmi lesquelles celles qui possèdent une grande extension verticale et qui persistent également dans le Bartonien de ce dernier bassin, soit 40 espèces, dont 10 communes aux trois étages de l'Eocène (2, 6, 9, 10, 14, 36, 45, 46, 47, 55) et 30 communes seulement avec le Lutétien.

Ces faits montrent que la faune de Mollusques du Calcaire de Saint-Estèphe *est exclusivement éocène, qu'elle continue celle de l'Eocène moyen mais qu'elle en est séparée par une lacune correspondant au retrait temporaire de la mer des bassins occidentaux qu'elle occupait durant l'Eocène moyen.*

ÉCHINIDES

La faune d'Echinides a été très bien décrite par Cotteau et M. Lambert. Nos recherches, qui ont porté pendant plusieurs années sur de nombreux gisements des deux rives de la Gironde, ne nous ont pas fait connaître de nouvelles espèces, en dehors d'*Echinolampas lesparrensis* et d'*Ech. dorsalis* var. *brionensis* déjà citées. Nous nous bornerons donc à la liste donnée par M. Lambert dans sa *Revision* (1re partie) en y ajoutant ces deux espèces :

Echinopsis elegans Desm. (Cott. Eoc. II, pl. 338, Lamb., p. 16).
Sismondia occitana Defr. (Cott. Eoc. II, p. 272, pl. 271, 272, 273, Lamb., p. 30).
Cassidulus Benedicti Desm. (Cott. Eoc. I, p. 518, pl. 142, fig. 1-3, Lamb., p. 35).
Echinanthus elegans Pavay. (Cott. Eoc. I, pl. 165, 166, 167, Lamb., p. 37).
Echinolampas lesparrensis Cott. (Cott. Eoc. II, p. 71, pl. 222, Lamb., p. 48).
Echinolampas dorsalis Agass. var. *brionensis* (ci-après, pl. VIII).
Echinolampas ovalis Bory de Saint-Vincent (Cott. Eoc. II, p. 53, pl. 216, 217, Lamb., p. 47).
Echinolampas nucleus Math. (Cott. Eoc. II, p. 69, pl. 222, fig. 4-11, Lamb., p. 49).
Anisaster Tournoueri Lamb., 1912 (Lamb., p. 56).
Nucleolus Daleaui Cott. (Cott. Eoc. I, p. 184, pl. 128, fig. 9, Lamb., p. 34).
Brissopsis elegans Agass. (Cott. Eoc. I, p. 184, pl. 52-53, Lamb., p. 55).

Sur ces 12 espèces, 4 seulement se sont bien développées sur tous les points du *synclinal girondin* :

Echinanthus elegans dans le *Calcaire de Saint-Yzans* et le *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Echinopsis elegans dans le *Calcaire de Saint-Estèphe* (rive droite, Blaye, à l'Octroi).

Echinolampas ovalis } Dans tous les niveaux et particulièrement
Sismondia occitana } dans les zones IX^{b} et X, du Médoc.

Echinanthus elegans

Cotteau et M. Lambert ont donné de bonnes descriptions de cette belle espèce. Mais les riches gisements du *Calcaire de Saint-Yzans* nous ont permis d'observer des caractères nouveaux et en particulier une grande variabilité de forme.

Certains individus de Cigognac sont très hauts, à contour polygonal, à ambulacres saillants et à face inférieure plane. D'autres sont bas, ont des contours plus adoucis, des pétales à fleur de test et une face inférieure déprimée autour du péristome.

Mais dans toutes ces formes, péristome, floscelle, périprocte et position de l'apex sont rigoureusement identiques.

On remarque ainsi que les variations se rapportent à la morphologie externe et que la constance s'applique à l'organisation interne, c'est-à-dire représente les caractères spécifiques.

La petite forme trouvée par M. Castex à Lussan, entre Saint-Germain-d'Esteuil et Ordonnac, possède les mêmes variations et les mêmes caractères spécifiques que la grande forme de Cigognac. Elle présente aussi une grande ressemblance avec une espèce décrite par M. Castex, sous le nom d'*E. Neuvillei*, dans le Lutétien des Landes (Donzacq).

On ne peut affirmer cependant qu'on se trouve à Lussan en présence de cette dernière espèce. La ressemblance des formes de Lussan avec l'espèce lutétienne des Landes peut tenir à la persistance d'une espèce, au retour à des caractères ancestraux, ou bien à une simple convergence de forme entre deux espèces d'un même phylum.

Rien ne permet de décider entre ces trois interprétations qui sont, au fond, assez voisines. Pour le moment, d'après les observations que nous avons faites, nous devons considérer la petite forme de Lussan comme le stade jeune d'*Echinanthus elegans* dont la forme adulte se trouve également en abondance dans la même couche.

Echinopsis elegans

Nous avons fait une étude critique de cette deuxième espèce pour la distinguer de l'espèce lutétienne *Echinopsis Gacheti.*

Echinolampas ovalis

M. Lambert écrit au sujet de cette troisième espèce : « *Echinolampas ovalis* paraît bien dériver de l'*E. similis* (= *Ech. burdigalensis*), peut-être directement, ou par un trait d'union qui ne nous est pas connu. » (*Rev.*, p. 48.) Les petites formes allongées d'*Ech. burdigalensis* du niveau argileux 2ª de la carrière 3 du *Calcaire de Couquèques,* qui sont très voisines d'*Ech. ovalis,* permettent de conclure à une filiation directe (pl. IX, nºs 7 et 8).

M. Lambert a déjà signalé le grand polymorphisme de cette espèce; mais à vrai dire il s'agit principalement de variations de taille.

On trouve en effet, selon les gisements, une forme basse et de petite taille, et une autre, plus élevée, de grande taille; les deux existent dès la base de l'Eocène supérieur, à Couquèques, et se rencontrent souvent ensemble. Il ne s'agit pas par conséquent d'une évolution spécifique ni de l'influence déterminante du milieu. Il semble que les deux formes constituent deux variétés bien distinctes d'une même espèce.

On les trouve encore dans les *Marnes blanches* du Bartonien supérieur. Mais, à Plautignan, l'espèce manifeste une variation nouvelle d'un grand intérêt.

Echinolampas ovalis typique et de petite taille y est abondant; mais certains individus s'éloignent du type. Le test s'élève sans que la face supérieure se modifie; on a ainsi des formes épaisses et rostrées en arrière comme certains *Echinolampas Archiaci.* On passe de ce type par tous les intermédiaires à une forme de grande taille et globuleuse qui rappelle *Ech. Archiaci* var. *blaviensis* et *Ech. lesparrensis,* forme globuleuse. Mais l'apex plus central et les ambulacres pétaloïdes, plus saillants et mieux développés, distinguent la forme du Bartonien supérieur des espèces antérieures. Nous désignons cette forme par *Ech. ovalis* var. *medulensis* (Planches VII et VII *bis,* nºs 20 et 21).

Cette convergence de forme est cependant remarquable. Elle se manifeste au moment où l'espèce va disparaître par gigan-

tisme et par prédominance des caractères adaptatifs secondaires sur les caractères spécifiques.

Le tableau suivant réunit cette phase de variabilité des espèces d'*Echinolampas* de l'Eocène de la Gironde.

A FORMES TYPIQUES	B FORMES SURÉLEVÉES
Ech. burdigalensis	*Ech. burdigalensis* forme de *Ech. stelliferus.*
Ech. dorsalis	*Ech. dorsalis* var. *brionensis.*
Ech. Archiaci	*Ech. Archiaci* var. *blaviensis.*
Ech. lesparrensis	*Ech. lesparrensis,* forme globuleuse.
Ech. ovalis	*Ech. ovalis* var. *medulensis.*

Les espèces de la colonne *A* ont, dans leur ensemble, une distribution verticale et une répartition géographique assez étendues et présentent, selon les gisements, une grande variabilité.

Les formes de la colonne B *ont une répartition extrêmement réduite dans le temps et dans l'espace. Chacune d'elles semble limitée à un gisement, lequel se situe au sommet d'un étage géologique.*

*Elles représentent par conséquent la dernière manifestation de la variabilité des espèces d'*Echinolampas *lorsque le début des phases de régression vient modifier les caractères du milieu biologique.*

En présence de ces modifications sensiblement identiques les espèces du genre réagissent d'une manière semblable. Les formes ainsi réalisées ont plus de ressemblance entre elles qu'avec les espèces dont elles proviennent respectivement.

Sismondia occitana

Sismondia occitana est l'espèce la plus commune de l'Eocène supérieur.

Elle arrive à pulluler dans certains niveaux. D'une manière générale la forme devient plus haute à mesure qu'on s'élève dans la série stratigraphique. L'espèce se développe ainsi dans le sens de l'évolution qui avait commencé avec *S. Archiaci* et avait continué avec *S. intermedia.*

Deux types restent cependant distincts pendant toute la période : un type élevé à test très épais et à cloisons radiales courtes, et un

type plus plat, à test mince et à cloisons radiales plus longues. Cette dernière forme est très voisine de *S. intermedia.*

Le système cloisonnaire de *S. occitana* a préoccupé différents auteurs. Il nous paraît utile de faire connaître ici, d'après M. Lambert, l'état de la question :

« Agassiz, à côté du type, a fait figurer un individu ouvert pour en montrer les cloisons internes (fig. 52, 53) et ces cloisons ne correspondent pas à celles que l'on observe sur les individus de même provenance... Les lames rayonnantes qui séparent les aires ambulacraires et interambulacraires sont très distinctes; elles ne sont pas unies, mais hérissées de lames latérales ou processus qui se présentent comme des épines adhérentes aux cloisons.

« Les figures données sont conformes à la description. Tout cela m'avait paru si extraordinaire, que j'ai suspecté l'exactitude des figures d'Agassiz. Heureusement, l'original était conservé au Musée de Neuchâtel et M. Jeannet a pu en reprendre l'étude et nous en donner une photographie. Bien que mon ami Jeannet prétende les figures d'Agassiz *exactes dans les grandes lignes* et qu'il existe des processus aux cloisons je maintiens que, chez cette espèce, il n'y a pas d'amorces de cloisons concentriques, mais seulement, à la base des cloisons radiales, des empâtements radiciformes, séparés par des dépressions ponctiformes. Il y a entre nos deux manières de voir une grosse différence. Pour Jeannet, les saillies observées sont des amorces de cloisons, pour moi, un simple mode d'adhérence des cloisons simples à la face orale du test. » (Note inéd., décembre 1933.)

Des récoltes extrêmement abondantes de *S. occitana* nous ont permis d'effectuer de nombreuses coupes sur des individus de toutes les formes et de toutes les tailles.

L'examen du système cloisonnaire nous a montré que les auteurs cités, Agassiz, MM. Lambert et Jeannet, ont eu raison, chacun à leur point de vue, de figurer et d'interpréter de différentes manières la structure interne de *S. occitana.* Les contradictions apparentes se résolvent dans une explication générale tirée de la structure et du rôle de l'appareil de soutien.

La lame verticale qui constitue une cloison radiale se développe aux dépens de la ligne de suture de la face interne des paires de plaques interambulacraires. Près de l'ambitus, cette ligne de suture donne une expansion verticale qui relie les deux faces du test. Sur la face orale, elle forme un bourrelet qui se continue jusqu'au péristome (1 et 3, fig. 40).

Cette cloison radiale a par conséquent la même origine, la même structure et la même fonction que celle des espèces du genre *Echinodiscus.*

Mais en même temps, chez *S. occitana* les lignes de suture trans-

versales (3, fig. 40) des plaques interambulacraires produisent elles-mêmes un bourrelet qui se raccorde aux cloisons, formant ainsi des sortes de contreforts (2, fig. 40).

Ces expansions ont également même origine et même fonction que les cloisons concentriques des espèces du genre *Echinodiscus*. On peut donc les considérer, soit du point de vue fonctionnel, avec M. Jeannet, comme des « amorces de cloisons concentriques », soit du point de vue anatomique, avec M. Lambert, comme des « empâtements radiciformes constituant un mode d'adhérence des cloisons simples à la face orale du test ».

Le point de vue fonctionnel doit cependant être retenu car certaines de ces expansions latérales se développent plus que d'autres

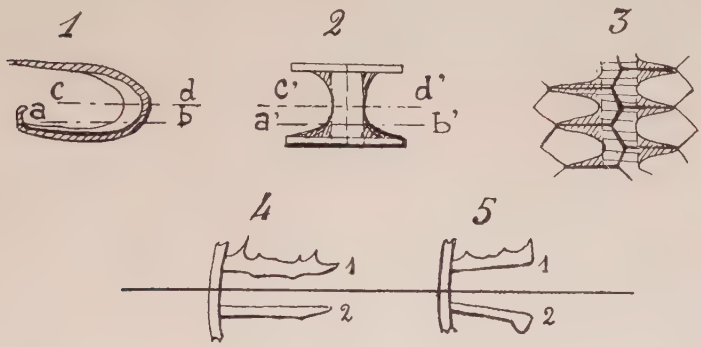


Fig. 40. — Le système cloisonnaire de *Sismondia occitana*.

et constituent effectivement des débuts de cloisons concentriques sans jamais cependant atteindre la face supérieure.

Ce fait est mis en évidence en faisant passer la section du test plus près de la face orale que de la face supérieure, soit selon les lignes *a b* et *a' b'*.

La figure ainsi obtenue, pour les formes plates à cloisons longues et minces, est celle du schéma 4^1 qui correspond à la figure d'Agassiz. Dans les formes hautes à cloisons courtes et épaisses la figure réalisée est celle du schéma 5^1.

Mais, dans les deux cas, si on fait passer les coupes exactement par le plan équatorial, *c d*, *c' d'*, les cloisons paraissent toujours simples (4^2, 5^2, fig. citée).

La forme *Sismondia occitana* représente donc la réalisation du type extrême d'un équilibre mécanique dont nous avons vu la formation progressive d'*Ech. marginalis* typique à *Ech. m.* var. *Neuvillei*. Pour toutes les formes de *Sismondia occitana*

il existe une corrélation étroite entre la forme du test et le système cloisonnaire ainsi qu'on l'avait vu pour *Echinodiscus*. Les différences morphologiques représentent dans tous les cas des variations individuelles : chaque individu réalise un appareil de soutien en rapport avec sa taille, sa forme, l'épaisseur de son test, et l'élévation et la courbure des faces.

En résumé, la faune d'Echinides de l'Eocène supérieur est une faune originale. Celle du *Calcaire de Blaye* a disparu en totalité, ce qui indique une interruption de la sédimentation et l'existence d'une lacune stratigraphique.

L'évolution de la faune du *Calcaire de Blaye* s'est cependant poursuivie sur des rivages ou certaines espèces avaient continué à vivre de telle sorte que l'on peut envisager les filiations suivantes :

Eocène moyen :	Eocène supérieur :
Echinolampas burdigalensis .	*Ech. ovalis.*
Echinolampas dorsalis	*Ech. dorsalis* var. *brionensis.*
Echinolampas Archiaci	*Ech. lesparrensis, Ech. Benoisti, Ech. nucleus.*
Sismondia intermedia	*S. occitana.*
Echinopsis Gacheti	*Ech. elegans.*
Cassidulus Dublangei	*C. Benedicti.*
Echinanthus Desmoulinsi . ..	*Ech. elegans.*

Toutes ces espèces, sauf le phylum *Ech. Archiaci-Ech. lesparrensis,* s'éteindront à la fin de l'Eocène supérieur.

Par ces caractères la faune d'Echinides définit nettement un étage géologique et la fin d'une grande période comme l'Eocène.

COMPOSITION DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

Les résultats obtenus par la description et la classification des terrains, complétés par l'explication de la répartition des facies et par l'examen des caractères de la faune, peuvent être résumés dans le tableau ci-après qui donne la composition de l'Eocène supérieur dans le *Bassin girondin.*

En vue de l'établissement des synchronismes précis, nous

reportons dans notre tableau, colonnes 1 et 7, la classification des terrains donnée par M. Abrard, dans son tableau de « Synchronisme des assises de l'Eocène supérieur et du sommet de l'Eocène moyen » [14].

L'originalité et la continuité des phénomènes tectoniques, la composition des terrains et l'existence d'une faune unique font que l'Eocène supérieur, dans le Bassin girondin, doit être considéré comme un seul étage géologique, nettement individualisé.

Nous avons adopté, pour désigner celui-ci, la solution de M. Abrard. Mais, contrairement à cet auteur, nous n'avons pas jugé utile de donner de nom spécial aux deux divisions de l'étage Bartonien. Tous les termes déjà employés, tirés des régions du Nord, ont une signification trop précise ou une extension trop incertaine pour qu'ils puissent être appliqués à la région d'Aquitaine. En adoptant les uns ou les autres, on semblerait admettre des synchronismes qu'il est impossible d'affirmer ou de vérifier.

Il nous a paru plus juste de continuer à appliquer notre méthode de classification des terrains, c'est-à-dire de *distinguer une nouvelle zone chaque fois que des changements importants et généraux dans les caractères de la sédimentation indiquent un phénomène tectonique intéressant tout le bassin.*

Les zones IX et X, ainsi distinguées, constituent bien deux divisions effectives de l'Eocène supérieur de la Gironde. Nous les avons considérées comme représentant respectivement le Bartonien inférieur et le Bartonien supérieur.

Dans notre tableau nous avons fait correspondre les trois phases transgressives du Bassin de Paris, Sables du Beauchamp, Sables de Marines et Marnes à *Pholadomya ludensis,* aux trois phases qui marquent en Gironde les étapes de la transgression et qui sont caractérisées par le *Calcaire d'Yzans,* le *Calcaire de Saint-Estèphe* et les *Marnes et Argiles à* S. occitana *et* O. bersonensis.

Il est possible que cette correspondance soit exacte mais il ne faudrait point la prendre dans un sens rigoureux. Si elle ne peut être démontrée, le parallélisme qui se manifeste dans les deux bassins, dans la succession des terrains, depuis le début de l'Eocène, la rend assez probable pour qu'on puisse l'admettre. C'est avec cette signification que nous l'avons adoptée.

Composition de l'Eocène supérieur

BASSIN DE L'ADOUR	FORAGE DES ABATILLES A ARCACHON	RÉGION DU BAS-MÉDOC DE SAINT-ESTÈPHE A BÉGADAN	RÉGION DE MOULIS-LISTRAC
Couches du Rocher de la Vierge à *N. intermedius.*	Calcaire gris tendre à *N. vascus.*	Calcaire, grès et marne à *Anomia girondica*	
		Calc. du Meynieu à *Cerithium plicatum, O. medulensis.*	Listrac (Lestage) Avensan (Gare).
Couches du Cachaou, de la Perspective Miramar et des Bains à *N. Fabiani, N. Bouillei, N. incrassatus.*	Calcaire gris blanchâtre tendre à *N. incrassatus.* Lithothamniées. Bryozoaires, de 325m à 357m. (Ep. 32 m.)	Marnes blanches de Blaignan et de Civrac à *Sismondia occitana, Echinolampas ovalis, Orbitolites complanatus.* Argiles de Saint-Estèphe et de Vertheuil à *Anomia* et *Ostrea bersonensis.*	Marnes jaunâtres à *O. bersonensis* et *Sismondia occitana* de Listrac. Marnes blanches et calcaires tendres à *Sismondia occitana* et *Echinolampas ovalis* de Moulis.
Marnes à Pentacrines : Couches de la Côte des Basques à *N. striatus.*	Calcaire gris blanchâtre à *N. incrassatus,* Milioles, *Echinides,* Dasycladacées, de 357m à 382m 20. (Ep. 25m 20)	Calcaires à Echinides de Saint-Estèphe, Saint-Seurin, Ordonnac, Blaignan, Civrac, Bégadan, Pauillac, à à *Echinolampas ovalis* et *Sismondia occitana.* Niveau à *Clavagella* et à Mollusques de Saint-Estèphe.	Calcaires à Echinides de Donissan, Moulis, Listrac. Calcaires à *Sismondia* de Margaux, Cantenac.
	Calcaire gris verdâtre dur et tendre à *N. striatus, Orthophragmina Scalaris, Assilina,* de 382m 20 à 403m 50. (Ep. 21m 30.)	Calc. blanc de Bégadan. Niveau à Mollusques. Calcaire de Saint-Yzans, Calcaire à Milioles de Saint-Estèphe à *Ech. lesparrensis, Ech. ovalis* et *Sismondia occitana.* Argiles de Saint-Estèphe à *Ostrea bersonensis.*	
Base des couches de la villa Marbella	Calcaire gris verdâtre de 403m 50 à 454m.	Couches fluvio-marines de Saint-Estèphe. Couches à *Sismondia intermedia* de Couquèques.	Calcaire lacustre de Listrac.

ans le département de la Gironde

RIVE DROITE DE BLAYE A BAYON	RÉGION DE BOURG A LIBOURNE		BASSIN DE PARIS	ÉTAGES
Grès et mollasses à *Anomia girondica* Grès du Bois de Barbe	Bourg à — 4 m. 49 Libourne à — 12 m. 10		Marnes supra-gypseuse à *C. plicatum*	*Sannoisien* (base)
Argile à *Palæotherium* de Saugon. Couche à *Brissopsis elegans* du Bois de Barbe. Argile du Bois de Barbe et de Roque-de-Tau. Marne et calcaire blanc de Blaye (Octroi). Marne argileuse de Roque-de-Tau.	Argiles et marnes à *Ostrea bersonensis* et calcaire argileux à *Sismondia occitana*, *Echinolampas*, etc. de Izon (21 m. 37), Vayres, Arveyres. Base à Arveyres à — 54 mètres.	Argile bigarrée verte, rouge et jaune à *Palæotherium* de Bourg, 24 m. 32 (de — 7 m. 30 à — 31 m. 62) et de Libourne, 52 m. 24 (niveau marin à — 45 m. 92) Base à — 52 m. 24.	Trois masses du Gypse. Marne à *Pholadomya ludensis.* Calcaire de Noisy-le-Sec et du Bois Mulot. Sables de Marines et de Cresnes. Calcaire de Saint-Ouen. Sables de Beauchamps proprement dits.	Zone X *Bartonien supérieur* (Ludien de MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT 1893)
Argile à *O. bersonensis* et Grès calcaire de Blaye (Octroi). Calcaire argileux du Bois de Barbe et de Roque-de-Tau. Calcaire de Marmisson.				Zone IX *Bartonien inférieur* (Bartonien de MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT 1893)
Calcaire lacustre de Plassac.	Sables fluviatiles du Libournais.		Couches saumâtres à *C. lapidum.*	*Lutétien supérieur* (sommet)

OLIGOCÈNE

Historique.

Description.

Synclinal de Pauillac (fig. 41 à 46).

SANNOISIEN.

Vertheuil, Saint-Estèphe (fig. 41 et 43-I).
Cissac, Saint-Sauveur, Pauillac (fig. 42 et 43-II).
Saint-Germain, Ordonnac, Blaignan, Civrac, Prignac (fig. 44 et 45).

STAMPIEN.

Saint-Sauveur, Cissac (fig. 42 et 43-II).
Saint-Sauveur, Saint-Laurent (fig. 43-II et IV).
Vertheuil (fig. 41 et 43-I-IV).
Saint-Germain, Blaignan, Civrac, Lesparre (fig. 44 et 45).
De Lesparre à Soulac (fig. 46) : Gaillan, Queyrac, Vendays, Vensac, Grayan.

Anticlinal de Listrac-Blaye (fig. 47 et 48-I).

SANNOISIEN.

Listrac, Moulis.
Castelnau, Avensan, Arsac.

STAMPIEN.

Rive gauche et rive droite.

Synclinal de Bordeaux (fig. 48-II et 49).

SANNOISIEN.

Bordure nord.
Rive gauche : région de Blanquefort.
Rive droite : de Bourg à Libourne.
Centre : région de Bordeaux.
Zone anticlinale : Le Bouscat (fig. 49-I), forages profonds de la rive droite (f. 35, 36, 37, 39).
Zone synclinale (fig. 49-II).
Partie sud : Cadillac, Rions, Portets.

STAMPIEN.

Bordure nord : d'Avensan à Blanquefort.
Centre.
Zone anticlinale de la rive droite : Cenon, Lormont.
Zone synclinale : Bordeaux, Talence.
Partie sud : région de Cadillac, Landiras.
Partie occidentale : région d'Arcachon (f. 56), Andernos.

Résumé et conclusions.

Résumé : composition des zones XI, XII, XIII, XIV.

Résultats généraux : les phénomènes de subsidence pendant et après le Sannoisien et le Stampien.

La faune de l'Oligocène (Sannoisien et Stampien).

Mollusques, Echinides, Foraminières.

Composition de l'Oligocène.

Limite supérieure de l'Oligocène : Chattien et Aquitanien.

Tableau des synchronismes.

HISTORIQUE

Les terrains oligocènes sont distingués pour la première fois par Jouannet, en 1830, comme formation indépendante.

Antérieurement, Boué (1824), de Basterot (1825) et Billaudel (1826) réunissent dans un même étage le *Calcaire de Blaye* et le *Calcaire à Astéries.*

Jouannet montre que le « Calcaire marin inférieur et le Calcaire marin supérieur sont séparés par le terrain paléothérien et la mollasse ».

Mais Ch. Desmoulins (1831), Drouot (1838), Grateloup (1838) et Dufrénoy n'acceptent pas la classification de Jouannet. Celle-ci est reprise par Pigeon dans sa carte et ses coupes (fig. 3, I), par de Collegno (1843), Delbos (1846), Raulin (1848), Gosselet (1863) et Matheron (1867).

La classification de Delbos représente un grand progrès sur celle de Jouannet. Elle comprend les termes suivants :

4. « Calcaire à Astéries.
3. « Couches à *Ostrea longirostris.*
2. « Calcaire d'eau douce et meulière, gypse.
1. « Mollasse du Fronsadais et grès de Bergerac. »

Elle ne fut pas acceptée par tous les auteurs.

Raulin, avant de s'y rallier, réunit dans un même étage le premier et le dernier terme de cette série stratigraphique.

Mais Gosselet et Matheron confirment et précisent les opinions de Delbos. Dans leurs coupes de la rive droite de la Gironde (fig. 3, IV et V), la *Mollasse du Fronsadais* et le *Calcaire à Astéries* (couches 6 et 7 de Gosselet et couches 7 et 8 de Matheron) sont représentés à leur place dans la succession des terrains tertiaires.

La composition de l'Oligocène ainsi définie subira par la suite peu de changements. Linder, Vasseur, Benoist et Em. Fallot n'auront qu'à compléter la conception de leurs devanciers.

Objet et plan de l'étude de l'Oligocène

Après les travaux de ces différents auteurs les terrains oligocènes ne poseront pas d'autres problèmes, dans le Médoc, que ceux de leur répartition et de leur limite inférieure et supérieure.

Répartition. — Les affleurements des terrains oligocènes indiqués par la Carte géologique (feuilles Bordeaux et Lesparre) sont en certains points inexacts dans leurs contours et en général incomplets quant à leur nombre et leur étendue.

Le premier but de notre étude consistera par conséquent dans une révision de la Carte.

Limites. — La question de la limite inférieure a été résolue par la composition de l'Eocène supérieur. Nous avons conclu que le *Calcaire à Anomies* représentait la base de l'Oligocène.

La limite supérieure n'a pas besoin d'être définie dans le Médoc car les dernières couches du Stampien manquent soit par lacune véritable, soit qu'elles aient été détruites par l'érosion.

Mais le problème se posera au Sud du Médoc, dans le *synclinal de Bordeaux*. Il sera double. Il y aura à rechercher si le Chattien existe sur la rive gauche en tant qu'étage indépendant et si l'Aquitanien doit être considéré comme le dernier étage de l'Oligocène ou comme le premier étage du Miocène.

La première question pourra, dans une certaine mesure, être résolue par l'observation. Du moins sera-t-il possible de proposer une solution appuyée de faits. La seconde exigerait, pour être résolue, une enquête très étendue dans toute l'Aquitaine occidentale. *Nous ne l'aborderons pas car elle dépasse le cadre de notre étude.* Après avoir exposé les deux thèses en présence nous nous bornerons à opter pour le rattachement de l'Aquitanien à l'Oligocène en nous fondant sur un argument tiré de l'évolution du système tectonique du Bassin d'Aquitaine.

Composition. — Nous nous attacherons plus particulièrement dans notre étude à préciser la composition et la position des différents niveaux en ayant pour but de rechercher les caractères des transgressions et des régressions qui ont dirigé la formation des dépôts. Il sera ainsi possible de découvrir les mouvements du sol qui ont affecté le *synclinal girondin*

pendant et après la période Oligocène et de définir une nouvelle phase de l'évolution de la structure tectonique de la Gironde.

Nous étudierons successivement les terrains oligocènes dans le *synclinal de Pauillac,* dans la *zone anticlinale de Listrac-Blaye* et dans le *synclinal de Bordeaux*. Dans chacune de ces trois unités tectoniques nous décrirons séparément le Sannoisien et le Stampien.

DESCRIPTION

SYNCLINAL DE PAUILLAC

SANNOISIEN

VERTHEUIL, SAINT-ESTÈPHE (fig. 41 et fig. 43, coupe I)

Dans ces deux communes, BENOIST a étudié l'Oligocène inférieur avec une grande précision. Nous prendrons là les types des différents niveaux qui le composent.

A Vertheuil, la coupe du Bourdin au Bâtiment comprend, d'après BENOIST, les assises suivantes, de haut en bas :

Calcaire à Astéries .

c.	7. Marne blanche devenant verte à sa partie supérieure	1 m.
	6. Calcaire compact bréchiforme, veiné de brun avec *Euchilus Duchasteli*	0 m. 80
	5. Marne jaune avec calcaire concrétionné en plaquettes contenant de rares *Potamides*	0 m. 20
b.	4. Marne argileuse verte avec *Melobesia* et concrétions calcaires	3 m.
	3. Argile verte compacte, avec veines et tâches d'un rouge lie de vin	4 m.
	2. Marne argileuse jaunâtre avec *Melobesia* et concrétions calcaires	3 m.
a.	1. Calcaire à Anomies du Meynieu	3 m. 50

Epaisseur totale : 15 m. 50

Il convient de rappeler que, dans toutes ses descriptions, BENOIST range les assises 1 et 2 dans l'Eocène supérieur. Nous les remettons ici à leur place à la base de l'Oligocène.

Calcaire à Anomies (fig. 41)

Le type de ce niveau est le Calcaire du Meynieu. C'est un calcaire grossier, miliolitique, bréchiforme ou caverneux, renfermant en

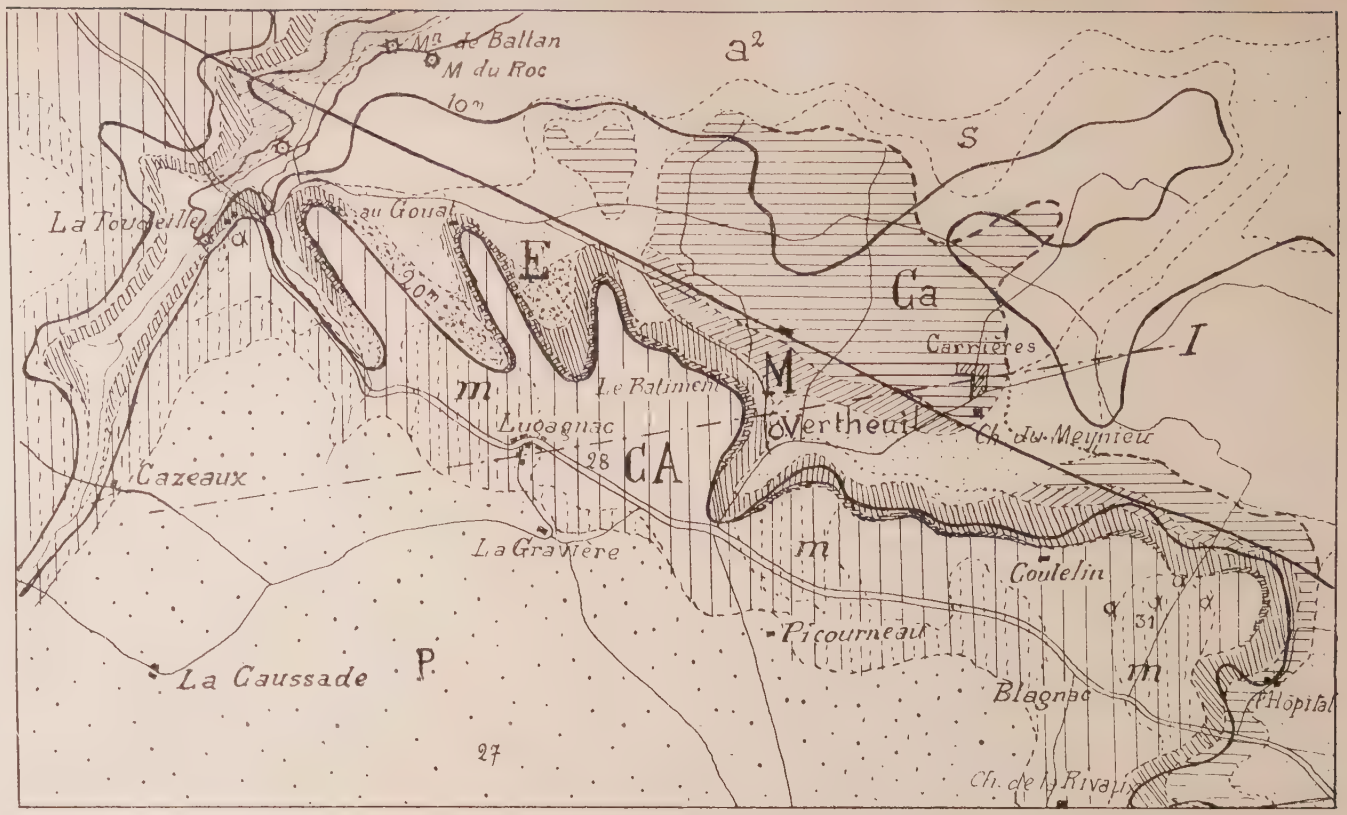


Fig. 41. — L'Oligocène dans la commune de Vertheuil. Echelle : 1/50.000e.

Ca : Calcaire à Anomies. — M : marnes vertes à concrétions (couches b et c de Benoist). — CA : Calcaire à Astéries. — m : Calcaire à Astéries recouvert d'un mince affleurement sableux. — E : éboulis. — p : alluvions anciennes. — s : sable calibré. — a² : alluvions modernes.

grande abondance *Anomia girondica* et, dans certains niveaux, une riche faune de Mollusques franchement oligocène.

Les espèces suivantes y ont été signalées par Benoist (1) :

Conus Grateloupi d'Orb.
Potamides plicatum Brug.
Potamides subgibberosum d'Orb.
Potamides lignitarum Eich.
Potamides bidentatum Grat.
Potamides Charpentieri Bast.
Diastoma Grateloupi d'Orb.
Turritella asperula Brong.
Ampullina compressa Lmk.
Calyptræa trochiformis Lmk.
Gonocardium Matheroni Desm.
Lucina Delbosi Heb.
Lucina incrassata Dub.
Crassatella pseudotumida Ben.
Cardita Basteroti Desh.
Pectunculus angusticostatus Lmk.
Xenophora cumulans Brong.
Delphinula scobina Brong.
Trochus submonilifer d'Orb.
Trochus labarum Bast.
Solecurtus tenuistriatus Benoist.
Tellina Basteroti Desh.
Venus Aglauræ Brong.
Cytherea Paretoi Mayer.
Cardium aquitanicum Mayer.
Lithodomus cordatus Lmk.
Pecten subscabriusculus d'Orb.
Arca barbata Linn.
Arca Sandbergeri Desh.
Ostrea medulensis Benoist.
Ostrea virgata ?
Anomia girondica Math.

Nous avons reconnu le plus grand nombre de ces espèces et, en outre, *Ostrea bersonensis* et *Sismondia occitana* (un exemplaire).

Le *Calcaire à Anomies,* bien développé du Vignan au Meynieu, passe vers le Sud-Ouest, dans la partie inférieure des pentes, à des marnes blanches « qui ne sont qu'une forme locale du calcaire ».

Vers le Bourdin, elles sont peu fossilifères; au-dessous du Château Victoria, elles renferment en abondance *Ostrea medulensis* et *Anomia girondica.* Sur les pentes du vallon, entre les plateaux de Rochet et de Coutelin, elles présentent à la base un mince niveau calcaire dont le facies rappelle celui du Meynieu.

Mollasse et Argile à Melobesia (coupe I, fig. 41)

Cette zone est remarquable, d'après Benoist, par « une constance qui n'est égalée que par sa monotonie, sa pauvreté en fossiles et son grand développement. Elle constitue à elle seule toutes les pentes des coteaux de Coutelin, de Vertheuil, du Bâtiment, du Gouat et de Péris... L'absence presque complète de fossiles caractérise surtout cette zone et la distingue de la précédente. »

Vers le Nord-Ouest, dans la tranchée de Peyquem, les argiles vertes passent à un « sable argileux gris bleuâtre ou jaunâtre, micacé avec concrétions blanches ». Ce facies mollassique a peu

(1) Nous conservons dans les citations les déterminations des anciens auteurs.

d'étendue car, dans la même direction, sur la rive gauche du ruisseau de Toudeille, les pentes sont constituées de nouveau par des argiles marneuses jaunâtres.

Vers le Sud-Est, de Vertheuil à Rochet, on observe à la base des marnes argileuses blanchâtres qui se lient intimement avec celles de l'assise précédente; mais on n'y trouve plus *O. medulensis*. La partie supérieure a conservé le facies « argile verte avec concrétions ».

L'assise b *correspond à la masse principale de la* Mollasse du Fronsadais.

Marne et Calcaire à Euchilus Duchasteli

Cette zone est moins importante que la précédente, son épaisseur varie de un à deux mètres. On la trouve d'une manière constante, sous le *Calcaire à Astéries*, de la Toudeille à l'Hôpital.

On pourrait parfois la confondre avec le sommet de l'assise précédente, quand elle est argileuse, ou avec la base du *Calcaire à Astéries* quand elle devient marneuse avec plaquettes calcaires.

Mais on y trouve presque partout un niveau plus ou moins épais constitué par un calcaire compact bréchiforme renfermant le fossile caractéristique du *Calcaire lacustre de Castillon, Euchilus Duchasteli.*

En certains points cependant, comme au-dessous de Coutelin, ce dépôt caractéristique manque; seules des marnes jaunâtres, avec plaquettes calcaires à Potamides, représentent ce niveau.

La répartition des différentes assises du Sannoisien de la région de Vertheuil et leurs relations sont représentées dans la figure 41 et la coupe I de la figure 43.

Cissac, Saint-Sauveur, Pauillac (fig. 42 et fig. 43, coupe II)

L'Oligocène inférieur constitue les pentes de la vallée qui sépare les communes de Cissac et de Saint-Sauveur. Dans ces couches peu résistantes, l'érosion a creusé de petits vallons, isolant ainsi des monticules qui s'avancent en promontoires dans la vallée principale.

Le plus important, au Nord, est celui du Castéra, au-dessus du Puy. Il est constitué en grande partie par des argiles vertes à concrétions, qui atteignent là leur plus grande altitude, soit 31 mètres.

Celle-ci décroît rapidement vers le Sud-Ouest. Elle n'est plus que de 10 mètres au Sud de Cissac, au-dessous de la Landette et de la Motte. Sur cette bordure, les pentes sont constituées par une marne argileuse blanche d'abord, puis verdâtre. Dans la tranchée du chemin de Cissac, près d'un moulin ruiné, c'est une argile verte renfermant à sa partie supérieure des nodules calcaires blancs d'aspect lacustre.

Les fossés de la route de Pauillac à Hourtin et le lit du ruisseau sont creusés dans cette argile.

Le monticule qui domine le Château du Breuil, sur la rive sud, et qu'escalade la route de Pauillac à Hourtin, montre (coupe II, fig. 43) les couches suivantes :

c. Calcaire compact gris à texture sublithographique, d'aspect lacustre	0 m. 50
Marne argileuse blanchâtre	1 m.
Argile verte	0 m. 50
b. Marne argileuse blanche renfermant de nombreux fragments de calcaire miliolitique et une petite faune de Mollusques, épaisseur visible	5 m.

Par suite du pendage général vers l'Ouest, l'assise *a* (couches à Anomies) se trouve abaissée au niveau du marais. Il en est de même dans les deux petits vallons limitant le promontoire suivant qui supporte les hameaux de Guérin et de Junlande.

Dans le premier, l'Oligocène est presque partout masqué par les sables éoliens qui recouvrent les pentes.

A l'extrémité du second, au-dessous de Junlande, on peut observer un affleurement qui ne figure pas sur la Carte géologique. On voit à la partie supérieure une assise de 2 mètres d'épaisseur d'argile verte avec concrétions calcaires. Au-dessous est une marne blanche, argileuse, semblable à celle de la côte de Breuil. Elle renferme des plaquettes calcaires avec une faune de Mollusques, *Anomia girondica, Pecten, O. medulensis,* etc. La base des marnes n'est pas visible.

Les couches plus inférieures peuvent s'observer plus à l'Est, dans les deux petits vallons encaissés qui entaillent le plateau sur lequel est bâti le hameau d'Artigues. C'est dans le vallon du Sud, celui d'Artigues, que Linder avait pris le type de l'étage en le désignant par l'expression « *Calcaire, Marne et Mollasse d'Artigues (Pauillac)* ».

Benoist en a donné une description détaillée dans le vallon du Nord, près de Pibran.

D'anciennes marnières, aujourd'hui comblées, montraient, de haut en bas :

11. Marne blanche avec *Anomia,* passant à un calcaire marneux jaunâtre avec *Pecten, Ostrea virgata* et *O. medulensis, Anomia girondica, Echinolampas* (probablement *Blainvillei*) et *Scutella* (du groupe de *striatula*)	2 m.
10. Marne jaunâtre avec concrétions, contenant à sa partie supérieure un lit à *O. bersonensis*	0 m. 40
9. Argile sableuse avec concrétions ferrugineuses	1 m.
8. Argile gris bleuâtre avec un lit de plantes et quelques *Anomia* et débris de Bivalves du genre *Corbula*	2 m.

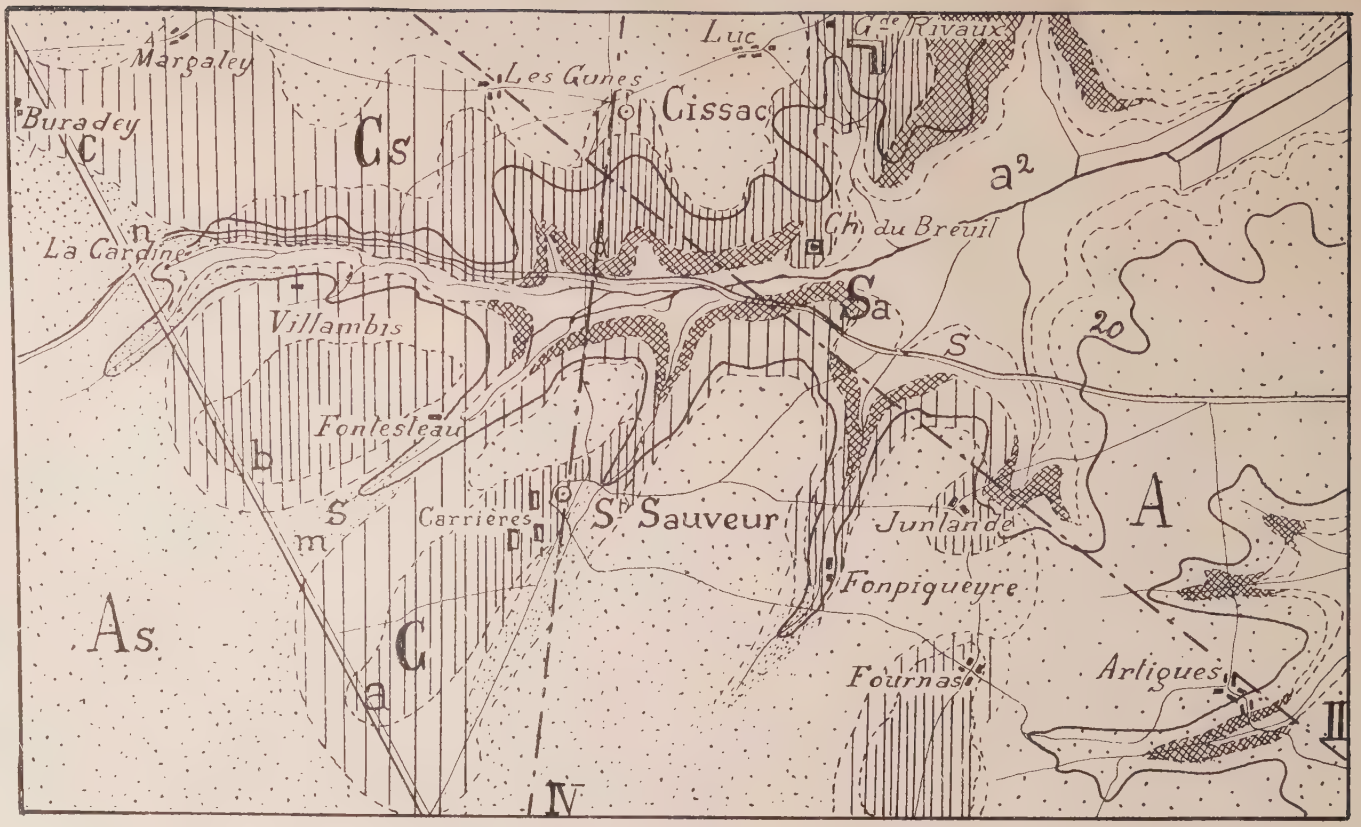


Fig. 42. — L'Oligocène dans les communes de Cissac et de Saint-Sauveur. Echelle : 1/50.000e.

Sa : Sannoisien. — C : Calcaire à Astéries en affleurement. — Cs : Calcaire à Astéries recouvert d'une couche peu épaisse de sable éolien, d'éboulis ou d'alluvions remaniées. — s : Sable éolien. — A : alluvions anciennes. — As : Alluvions anciennes et sable éolien. — a² : alluvions modernes. — —.—.—. : coupes II et IV de la fig. 43.

7. Marne sableuse avec plaquettes durcies à *Pecten* et *Anomia girondica* . . . . . 0 m. 40
6. Lit marno-sableux, rempli de végétaux à l'état de lignite et de nombreuses empreintes de feuilles . . . . . 0 m. 20
5. Marne grise, sableuse, avec débris d'une *Corbula* . . . . . 0 m. 50
4. Banc coquillier de marne durcie avec *Anomia girondica, O. bersonensis, Pecten, Echinolampas Blainvillei* et un *Sismondia occitana* (1 exemplaire non en place) . . . . . 0 m. 60
3. Marne sableuse jaune avec concrétions ferrugineuses et calcaires . . . . . 1 m. 50
2. Lit marno-sableux de couleur bleue, rempli de débris végétaux et de lignite . . . . . 0 m. 10
1. Marne argileuse micacée avec nodules de fer sulfuré . . . . . 1 m. 50

Il est impossible d'établir des divisions précises dans cette série. A la partie inférieure, la couche 4 avec l'*Echinolampas* du groupe de *Blainvillei* est incontestablement oligocène. Il faut sans doute comprendre dans cet étage également les trois premières assises. En effet, l'Eocène supérieur, dans le *synclinal de Pauillac,* ne présente pas un facies littoral si accentué, caractérisé par des dépôts sableux micacés, pyriteux et lignitifères. Ces caractères sont ceux du Sannoisien.

Les lits à végétaux (c. 2, 6 et 8) prouvent la proximité du continent; ils représentent les apports d'un estuaire débouchant sur une bordure littorale de faible pente. Les niveaux plus franchement marins (c. 4, 7, 11) correspondent à une accentuation de l'abaissement du fond.

L'assise supérieure pourrait appartenir déjà à la base du *Calcaire à Astéries.* Le « Calcaire marneux jaunâtre » est un facies stampien qui ne se rencontre pas dans le Sannoisien supérieur.

La présence de *Scutella* dans l'assise et d'un lit à *Ostrea bersonensis* à sa base justifient encore cette attribution.

La coupe II de la figure 43 montre les relations des différentes assises du Sannoisien entre Cissac et Pauillac.

Il y a de sérieux inconvénients à prendre la *Mollasse d'Artigues* (Linder) comme type du Sannoisien. C'est un dépôt littoral avec des facies particuliers et des niveaux qu'on ne peut délimiter avec précision.

A Vertheuil, au contraire, le Sannoisien atteint sa plus grande épaisseur; ses limites y sont nettes et les assises qui le composent bien caractérisées. C'est là qu'il faut prendre le type de l'étage.

A partir d'Artigues le Sannoisien s'abaisse rapidement vers le Sud-Est. Il disparaît sous les alluvions modernes, à 2 kilomètres à l'Est de Saint-Laurent.

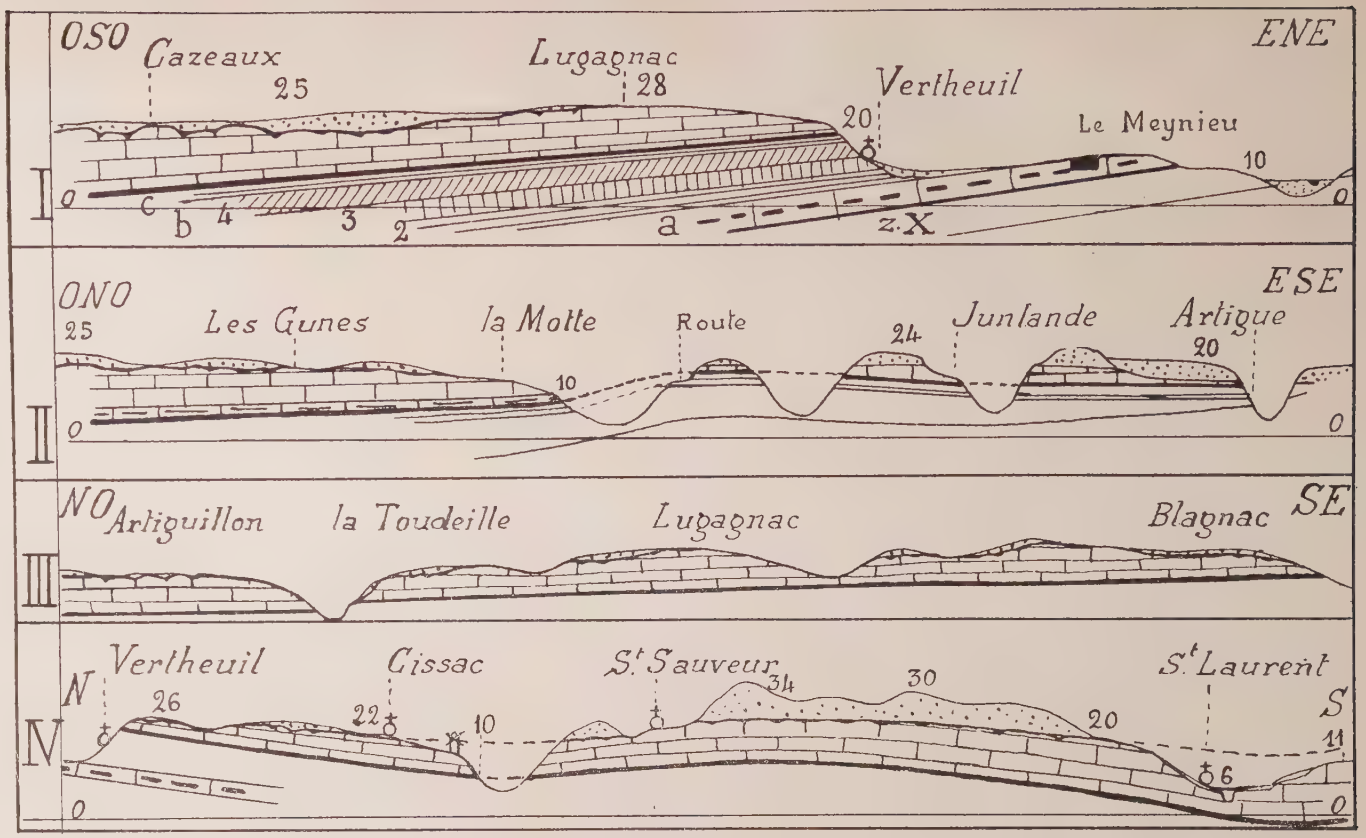


Fig. 43. — Coupes dans l'Oligocène sur le territoire des communes de Vertheuil, Cissac, Saint-Sauveur, Saint-Laurent. Echelle : L = I, 1/40.000e; II, 1/50.000e; III, 1/50.000e; IV, 1/75.000e. — H = I, II, III, IV, 1/2.000e.

Saint-Germain, Ordonnac, Blaignan, Civrac, Prignac (fig. 44; coupes I à V de la fig. 45)

L'Oligocène n'est connu dans cette région que par la Carte géologique et la description de la butte de Bel-Air (Civrac) par Linder, Vasseur et Benoist.

Mais le tracé de Linder ne donne pas une idée exacte des limites et de l'importance de l'étage.

Saint-Germain-d'Esteuil. — Le territoire de la commune de Saint-Germain-d'Esteuil comprend deux parties bien distinctes. A l'Est du Bourg, entre 10 mètres et 5 mètres, s'étend une plaine formée par les calcaires éocènes. A l'Ouest, à une altitude moyenne de 20 mètres, s'étale la plateforme du *Calcaire à Astéries.* Ces deux parties se raccordent par un talus accentué constitué par les marnes argileuses de l'Oligocène inférieur. A leur base les *Marnes blanches* de l'Eocène supérieur forment des mamelons qui s'avancent de part et d'autre du bourg.

Entre les marnes éocènes et oligocènes on ne trouve plus les bancs calcaires à Anomies. Ils font leur dernière apparition au Sud (d'après Benoist), aux Moulins du Battan et du Roc (fig. 41).

Mais tandis que les marnes éocènes, calcaires, très blanches et parfois agglomérées en bancs, renferment des Milioles, *Orbitolites complanatus* et *Sismondia occitana,* les marnes oligocènes sont argileuses, blanchâtres, jaunâtres ou verdâtres, et renferment des concrétions. A leur base, on rencontre souvent un niveau où abondent *Anomia girondica* et *Ostrea medulensis.*

Sur les pentes éboulueuses, la limite inférieure de l'Oligocène est difficile à distinguer; mais dans les coupes nettes, il est toujours possible de la situer avec précision. C'est ce que nous allons voir dans la commune d'Ordonnac.

Ordonnac. — Sur le territoire de cette commune la bordure du *Calcaire à Astéries* a été en partie détruite par l'érosion. Il reste comme témoins de son ancienne extension, les buttes de Plautignan, d'Ordonnac et de Blaignan.

Butte de Plautignan (fig. 45, coupe 1).

Elle comprend les couches suivantes en partant du sommet :

4. Calcaire grossier jaunâtre, miliolitique et renfermant une faune abondante de Mollusques : *Potamides Charpentieri, Turbo Parkinsoni, Trochus submonilifer,* etc.	2 m.
3. Marne argileuse, jaunâtre du côté sud, devenant bleuâtre vers le Nord et renfermant alors de nombreux débris et des individus entiers d'*Ostrea bersonensis*	1 m. 50

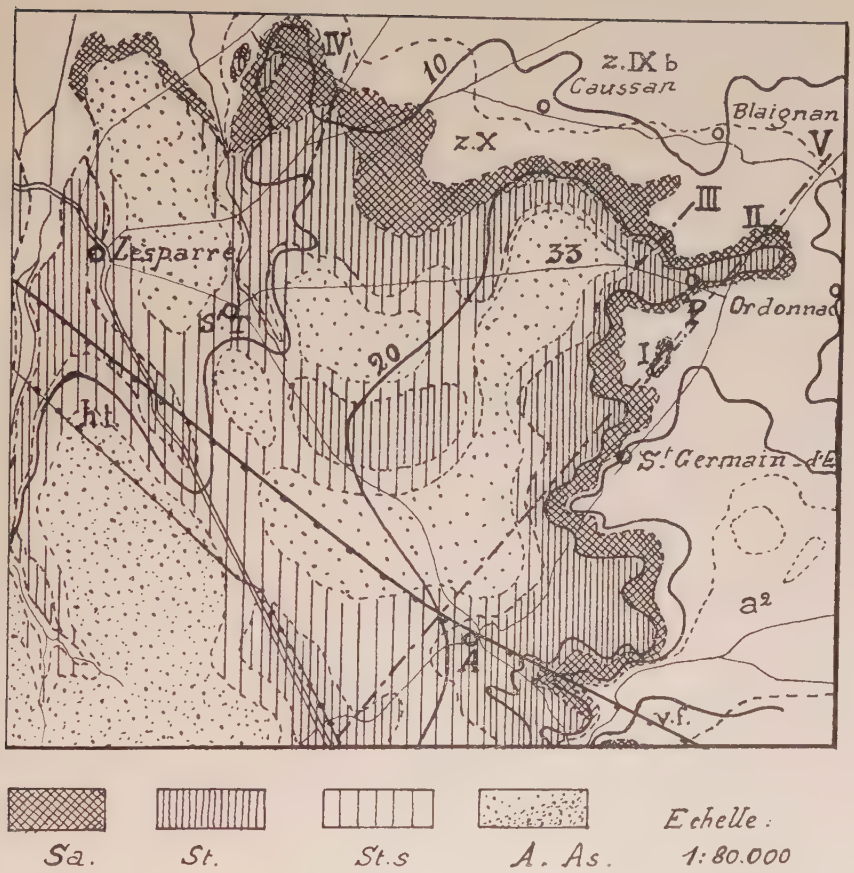


FIG. 44. — L'Oligocène dans les communes de Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan et Lesparre.

Sa : Sannoisien. — St : Stampien (Calcaire à Astéries) en affleurement. — St. s : Calcaire à Astéries recouvert par une couche peu épaisse de sable éolien ou d'alluvions plus ou moins remaniés. — A : alluvions anciennes en place d'une épaisseur supérieure à 2 mètres. — As. : alluvions anciennes recouvertes d'une mince couche de sable éolien. — Cultures : la vigne occupe les zones St., St. s, et A et le pin la zone As. — I, II, III, IV, V : coupes de la figure 45. — St T : Saint-Trélody. — P : Plautignan. — A : Artiguillon.

La coupe V est perpendiculaire à l'anticlinal crétacé des Charentes A (fig. 1). La zone anticlinale de Couquèques est sensiblement parallèle à cette coupe; elle est circonscrite par la courbe de niveau de 20 mètres et passe par la cote 33 (La Cardonne) qui est le point culminant de la région.

2. Argile jaunâtre et verdâtre à concrétions ..... 3 m.
1. Argile marneuse bleuâtre avec quelques Mollusques et, en grande abondance, *Anomia girondica* de petite taille .... 1 m.
Marnes éocènes à *Sismondia occitana* et *Orbitolites complanatus*.

Entre l'assise 1 et les marnes éocènes sous-jacentes la ligne de séparation est nette. L'assise 1 occupe la place du *Calcaire à Anomies*. Les couches 2 et 3 représentent la *Mollasse du Fronsadais;* elles sont moins épaisses que dans la région de Vertheuil. On peut voir ici leur rapide changement de facies. A l'Est, dans le talus de la route qui monte à l'Hôpital, l'argile est jaunâtre et verdâtre et ne renferme ni concrétions ni Huîtres. Un peu plus au Sud, au-dessus du bourg de Saint-Germain, elle est blanchâtre et contient quelques Anomies et des débris d'*Ostrea medulensis*. Partout le *Calcaire à Astéries* constitue la bordure du plateau. Le sommet de la butte de Plautignan représente le prolongement de cette bordure, à une altitude de 20 mètres environ.

Le rivage de la mer stampienne devait être très proche, à l'Ouest, car la couche 4 présente ici un facies littoral très accentué.

Butte d'Ordonnac (fig. 45, coupe II). — Du sommet, qui se trouve à 27 mètres, on domine la plaine éocène jusqu'à l'estuaire; on peut voir en particulier le grand développement des *Marnes blanches* de l'Eocène supérieur des environs de Blaignan.

La route de Saint-Yzans à Artiguillon pénètre dans cette zone à la sortie du hameau de Peyrussan. Elle la traverse en s'élevant jusqu'au pied même de la butte où elle coupe, en *a*, les bancs d'un calcaire très grossier pétri d'*Anomia girondica*.

Puis, elle contourne la butte par le Nord en coupant au sommet, en *b*, des marnes argileuses bleuâtres renfermant des Anomies, *O. medulensis* et des concrétions. Ces marnes sont visibles dans la tranchée de la route, à gauche, sur une épaisseur de 3 à 4 mètres.

On redescend ensuite de quelques mètres et on coupe en *a'* de nouveaux bancs d'un calcaire jaune, épais de 4 mètres environ, et rempli de Mollusques de la faune oligocène : *Turbo Parkinsoni, Trochus submonilifer, Lithocardium Matheroni, Cardium Comatulum, Cerithium Charpentieri, C. trochleare, C. bidentatum, Diastoma costellata*, etc. Certains blocs renferment exclusivement des Anomies à test parfaitement conservé.

Ces bancs calcaires présentent le même facies littoral et la même faune que ceux du sommet de la butte de Plautignan. On peut se demander s'ils appartiennent au *Calcaire à Astéries* ou s'ils représentent la continuation du *Calcaire à Anomies* de *a*.

Le rapport entre les différentes couches de la butte est difficile à établir, en raison de l'inclinaison accentuée de certains bancs et des variations anormales d'altitude.

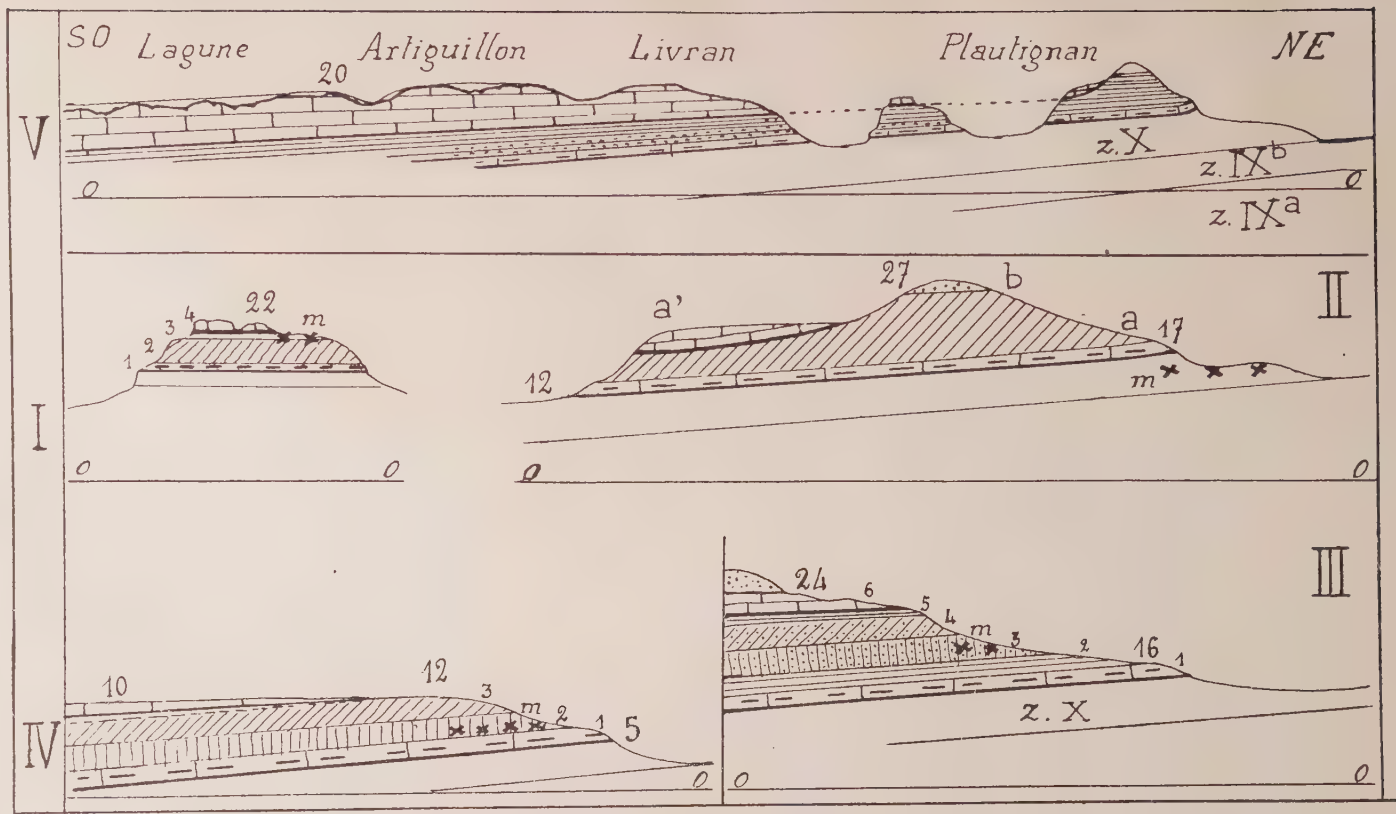


Fig. 45. — Coupes dans l'Oligocène sur le territoire des communes de Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan, Lesparre (emplacement des coupes, fig. 44).

Echelle : I, II, III, IV : L = 1/3.000e; H = 1/1.000e. — V : L = 1/50.000e; H = 1/1.500e.

m : niveaux à *Ostrea bersonensis*. (Explications dans le texte.)

Les bancs à Anomies de *a* sont inclinés vers le Nord-Ouest avec un pendage de 8°. *Aucune couche tertiaire de la région, et de la Gironde en général, ne présente une inclinaison aussi forte. Aussi, celle-ci ne peut-elle avoir une origine tectonique.*

La position des bancs résulte de leur mode de formation. Les *Marnes blanches* éocènes, littoral de la mer sannoisienne, se trouvaient inégalement érodées par les flots et formaient en certains points des hauts-fonds ou une plage à forte pente. Les nouveaux dépôts, en se moulant sur ce fond, représentent les irrégularités du littoral.

Le calcaire *a'*, plus bas que les marnes argileuses *b*, paraît se situer stratigraphiquement au-dessous de ces dernières. Il faudrait dans ce cas rapporter les bancs de *a'* au *Calcaire à Anomies.*

Pour les attribuer au Stampien il faut admettre qu'on se trouve ici sur le rivage même de la mer stampienne et que les bancs calcaires sont venus se déposer contre les marnes sannoisiennes préalablement relevées par le mouvement général d'émersion du Sannoisien supérieur.

Plusieurs arguments peuvent être retenus en faveur de cette dernière interprétation :

1° Les bancs calcaires sont plus élevés en *a'* qu'en *a*, l'inclinaison générale des couches, vers le Sud-Ouest, aurait dû les abaisser s'il s'agissait du *Calcaire à Anomies.*

2° Le calcaire de *a'* est à l'altitude de 20 mètres qui est celle des bancs de la butte de Plautignan et de la bordure littorale du *Calcaire à Astéries* dans la commune de Saint-Germain-d'Esteuil.

3° Enfin, le niveau calcaire de *a'* peut être suivi en surface vers l'Ouest dans le couronnement de la colline allongée qui, dominant Plautignan et Potensac, au Nord, va se raccorder au plateau de la Cardonne.

Au point de raccordement, au-dessus de Fontanes, le calcaire, suivi depuis la butte d'Ordonnac, surmonte une série de dépôts qui représentent le Sannoisien complet (coupe III).

Les relations entre la plateforme calcaire de Saint-Germain et les buttes de Plautignan et d'Ordonnac sont représentées dans la coupe V, de la figure 45.

Blaignan (coupe III). — Sur les pentes du talus qui domine Fontane, et particulièrement dans les fossés du chemin qui rejoint la route de Lesparre à Plautignan, on peut observer la succession suivante :

6. *Calcaire à Astéries* à facies littoral : la base est à l'altitude de 24 mètres environ.
5. Argile verdâtre avec nodules calcaires blancs . . . . . 1 m.
4. Argile sableuse verdâtre et blanchâtre plus compacte au sommet . . . . . 2 m.

3. Sable argileux verdâtre, analogue à celui des facies typiques de la *Mollasse du Fronsadais* et renfermant des débris d'une grande Huître . . . . . 2 m. 50
2. Argile jaunâtre compacte . . . . . 1 m. 50
1. Calcaire jaune à nombreux débris de Mollusques . . . . . 1 m. 50

La composition du Sannoisien est ici sensiblement la même que dans la commune de Vertheuil (voir coupe I, fig. 43). *C'est le dernier point de la bordure occidentale où on le trouve au complet et avec ses caractères nets.*

Les relations du Sannoisien avec les coupes éocènes de la région ont été déjà représentées dans l'extrémité sud de la coupe II, de la figure 36.

Au Nord de la bordure oligocène que nous venons de délimiter avec les coupes II et III, on rencontre des lambeaux de *Calcaire à Anomies* au sommet des buttes 2 et 5 (fig. 35), des *Marnes blanches* éocènes de Blaignan (coupes I et II, fig. 36).

Vers l'Ouest, à partir de la coupe III, le Sannoisien diminue d'altitude et d'épaisseur.

Autour de Romefort, ses limites sont très difficiles à établir.

Les contours de la Carte dans cette région sont inexacts. La bande verte, qui représente la *Mollasse du Fronsadais,* appartient tout entière aux *Marnes blanches* éocènes. La limite du Stampien passe au Sud du Château de Romefort.

Dans la tranchée de la route et les fossés du bois on observe une marne blanche très calcaire renfermant en abondance des *Melobesia* et des lambeaux d'un calcaire jaune pétri de Mollusques de la faune oligocène.

A peu de distance et à la même altitude, on voit apparaître le *Calcaire à Astéries.* Il semble que la transgression stampienne ait détruit partiellement les dépôts antérieurs.

Civrac. — On retrouve un Sannoisien complet sur le territoire des communes de Civrac et de Prignac, aux deux extrémités de la coupe III de l'Eocène supérieur (fig. 36).

Au Nord, Matheron, Linder, Benoist et Vasseur ont donné la composition du Sannoisien dans la butte de Civrac. Nous nous bornerons à la rappeler, d'après Benoist [34, p. 110].

« Au-dessous de l'argile verte avec concrétions, on retrouve des marnes blanches éocènes avec Anomies ... que l'on peut observer si développées aux environs d'Ordonnac...

« Entre les Argiles à *Melobesia* et le Calcaire à *Gonocardium* on observe sur le mamelon de Bel-Air (Carte de l'Etat-Major), et autour de Civrac, des couches d'un calcaire compact avec *Euchilus* et *Potamides* que nous avons déjà vues à Vertheuil. »

On ne peut observer aujourd'hui les couches supérieures, mais on ramasse sur les pentes des fragments d'un calcaire d'aspect

lacustre, verdâtre et caverneux, qui doit se rapporter au niveau signalé par les anciens auteurs.

Par contre, à la base de la butte et du côté est, à la partie supérieure des Marnes éocènes, on peut suivre un niveau argileux rempli de débris d'Anomies et d'*Ostrea medulensis*. On a là l'équivalent du *Calcaire à Anomies* et la limite inférieure de l'Oligocène.

Coupe IV. — L'extrémité sud de la coupe III de la figure 36 a déjà montré la superposition du *Calcaire à Anomies* aux *Marnes blanches* de l'Eocène supérieur. La coupe IV de la figure 45 précise la composition de l'Oligocène.

Au-dessus du *Calcaire à Anomies* vient une argile marneuse jaunâtre et verdâtre renfermant à sa base un niveau à *Ostrea bersonensis* de grande taille. La partie supérieure passe à des marnes blanches de même facies que les marnes éocènes.

Vers le Sud, sans qu'on puisse observer la ligne de contact, on passe sur la table calcaire du Stampien. Le sol ocreux, provenant de la décalcification du *Calcaire à Astéries*, donne cependant d'une manière précise les limites du Sannoisien et du Stampien dans cette zone.

La coupe IV reproduit la succession observée à la butte de Bel-Air. Mais on ne voit pas ici de niveau lacustre. Il a pu être détruit ou bien les cultures masquent sa présence. Il peut s'y trouver, car sur la route de Couquèques, à l'entrée de l'allée du Château de Bessan, au point le plus élevé et au-dessus de marnes blanches identiques à celles de Tartuguière, on trouve des blocs d'un calcaire grisâtre vacuolaire ou compact, d'aspect lacustre. Ces lambeaux sont identiques à ceux du niveau à *Euchilus Duchasteli* de la butte de Bel-Air. Facies, position altimétrique et relations stratigraphiques font penser qu'on a là un témoin du calcaire lacustre qui devait recouvrir cette partie du Médoc à la fin du Sannoisien.

Prignac. — A l'Ouest de Tartuguière et jusqu'à Prignac, les marnes oligocènes constituent un affleurement étendu et jouent un grand rôle dans la composition et le relief du sol. Nous avons vu qu'elles ne pouvaient pas être distinguées des marnes éocènes. La disparition de *Sismondia occitana* et l'abondance des *Melobesia* peut seule constituer une limite approchée. Le sommet des buttes 13, 14, 15 (fig. 35) doit être pour cette raison rapporté à l'Oligocène.

STAMPIEN : CALCAIRE A ASTÉRIES

Dans le *synclinal de Pauillac*, la Carte géologique figure les affleurements du *Calcaire à Astéries* sous l'aspect d'une bordure orientale, surmontant le talus sannoisien, et d'affleure-

ments séparés par de grandes étendues de terrains de revêtement, p^{1b}.

Bordure orientale

Au sommet du talus abrupt qui court de Saint-Sauveur à Ordonnac, la composition et l'épaisseur du Stampien varient selon que l'érosion a emporté une plus ou moins grande largeur de la zone littorale. Le rivage même de la mer stampienne n'est conservé que dans les avancées vers l'Ouest du talus oriental, au niveau d'Ordonnac, au Nord, et de Cissac-Pauillac, au Sud. Dans les régions de Vertheuil, Saint-Sauveur et de Saint-Laurent, où ce talus a reculé sous l'effet du creusement de bassins hydrographiques récents, les dépôts ont un caractère moins littoral. C'est là que se trouvent les exploitations les plus nombreuses.

Certains bancs résistants servent à la construction et au chargement des chemins. En général le *Calcaire* est employé comme pierre à chaux. Les fours désaffectés sont nombreux sur toute la bordure; deux fonctionnent encore à Saint-Sauveur et à Saint-Laurent.

Les affleurements

A l'Ouest de la bordure orientale la table de *Calcaire à Astéries* est recouverte par des dépôts de revêtement de composition et d'épaisseur variables.

Il est difficile, si l'on s'en tient à l'observation superficielle, de tracer la limite des affleurements isolés situés en dehors de la bordure orientale et on comprend que Linder se soit borné à en délimiter un petit nombre. Mais le tracé de la Carte ne donne pas une idée exacte de l'extension du *Calcaire à Astéries*.

En fait, les affleurements sont plus nombreux et bien plus étendus, car le revêtement alluvial et éolien n'a pas l'importance que lui attribue Linder.

La nappe d'alluvions anciennes a été profondément entamée et découpée par la formation du réseau hydrographique actuel. Entre les vallées, les alluvions en place forment des croupes caillouteuses qui couronnent le talus oriental. C'est le domaine de la vigne. En général le creusement de la partie supérieure et moyenne du bassin d'alimentation de chaque cours d'eau collecteur a entraîné la destruction de la nappe alluviale. Les débris remaniés ne recouvrent le *Calcaire à Astéries* que par

une mince couche. On atteint le *Calcaire,* dans les défoncements et dans les creusements, entre 1 et 2 mètres. Les bois de chênes et d'acacias caractérisent cette zone.

En certains points les lambeaux d'alluvions eux-mêmes ont été emportés et le *Calcaire* a été mis à nu. Le sol rouge plus ou moins argileux, dû à la décalcification de la couche superficielle, se prête à toutes les cultures. C'est là que se trouvent les principaux groupements humains, villages et hameaux.

Enfin, sur les pentes et dans les dépressions, le sable éolien est venu recouvrir, soit des lambeaux d'alluvions, soit le *Calcaire* lui-même. Son épaisseur sur le plateau est en général inférieure à 1 mètre. Elle dépasse 2 mètres dans les vallées et peut atteindre 4 à 5 mètres au bas des pentes. Le pin, la fougère et la bruyère suivent l'extension du sable éolien.

D'après cette répartition nous considérerons comme affleurements du *Calcaire à Astéries* toute région où le *Calcaire* existe en sous-sol et n'est recouvert que par des dépôts remaniés ou du sable éolien d'une épaisseur inférieure à 2 mètres.

Les cartes des figures 41, 42, 44 montrent la répartition et l'étendue de ces affleurements. Pour les commodités de l'exposé nous appellerons zones I, II et III les affleurements de la bordure orientale, les croupes caillouteuses et les affleurements recouverts ou non de dépôts remaniés ou de sable éolien peu épais.

Saint-Sauveur, Cissac (fig. 42; coupes II et IV de la fig. 43)

Saint-Sauveur. — La région représentée dans la figure 42 est constituée par le bassin hydrographique du ruisseau du Breuil. Elle comprend la commune de Saint-Sauveur et la partie sud de celle de Cissac. Nous la décrirons en détail, car elle montre les cas les plus typiques des différentes sortes d'affleurements.

La zone II (croupes caillouteuses) est bien représentée à l'Est de Cissac et de Saint-Sauveur. La coupe II (fig. 43) la traverse partiellement.

La zone III possède une grande étendue. La Carte géologique y figure un vaste affleurement de *Calcaire à Astéries* qui va de Saint-Sauveur à la Cardine. En réalité, en suivant la route de Lesparre on traverse une région de bois et de landes dont le sol, constitué par un sable fin noirci par l'humus, n'indique pas la présence du *Calcaire.*

L'affleurement de la Carte réunit trois sortes de terrains. On trouve d'abord au Nord et au Nord-Est de Saint-Sauveur deux croupes caillouteuses bien délimitées. L'affleurement de *Calcaire*

à Astéries, au Sud-Ouest du bourg, ne dépasse pas 1 kilomètre d'étendue dans sa plus grande dimension.

En dehors de ces deux espèces de terrains la table calcaire est recouverte sur une grande étendue par un placage plus ou moins épais d'éléments alluviaux remaniés et de sable éolien.

En certains points, en *a, b* et *c,* aux abords immédiats de la route de Lesparre, ce revêtement est très mince : le *Calcaire* est ramené en surface par les travaux agricoles. Les bois de chênes qui bordent la route signalent sa présence (1).

Partout ailleurs le sable éolien forme une couche continue. En *m* et *n,* des creusements de 2 mètres ne l'ont pas traversé. Comblant les dépressions formées par une érosion antérieure, il atteint sa plus grande épaisseur dans la partie supérieure du cours des petits affluents de la rive droite du ruisseau du Breuil.

L'un d'eux, le ruisseau de Fonpiqueyre, peut être pris comme exemple. La vallée supérieure a été comblée jusqu'au Château de Fonpiqueyre par une couche de sable éolien d'une épaisseur de 4 à 5 mètres. Ce sable est aujourd'hui entraîné par les eaux de ruissellement, de sorte que le *Calcaire à Astéries* est mis à nu. A partir de la cote d'altitude de 18 mètres, le ruisseau s'encaisse dans le calcaire, puis dans les argiles sannoisiennes.

Les sables fins provenant du déblaiement de la vallée se sont accumulés à son débouché, dans le bassin du ruisseau du Breuil, où ils ont constitué un dépôt épais de plusieurs mètres. Ce sont de véritables alluvions. Ces sables, repris par les vents, remontent sur les pentes et recouvrent les terrains tertiaires que l'érosion avait dénudés. Il s'agit d'une formation nouvelle autonome, et non d'éboulis *A,* comme l'indique la Carte géologique.

Cissac. — La grande carrière de la Rivaux est ouverte au-dessus du Puy, près du chemin qui va de ce hameau à la route de Lesparre-Pauillac.

Au Sud, près des maisons du Puy, la base du *Calcaire à Astéries* se trouve vers 12 mètres. En traversant l'affleurement, au Nord, elle est à 24 mètres. La différence de niveau, pour une distance qui n'atteint pas 1 kilomètre, est donc de 12 mètres. Cette inclinaison

(1) L'Histoire est également révélatrice. La plate-forme calcaire, entre Fontesteau et Villambis, a été le siège d'un habitat continu. On y trouve des tumuli de l'âge du bronze et des restes de villas gallo-romaines qui ont fourni, lors de fouilles récentes, un important mobilier. Les noms de Fontesteau et de Villambis rappellent leur origine latine. La racine du premier se retrouve dans de nombreux noms de lieux situés en bordure des affleurements du *Calcaire à Astéries :* Fonpiqueyre (Cissac), Fon-Réaux ((Listrac), Fonsec (Cissac), Fonbardin (Saint-Germain), Fontane, Hontemieu (Blaignan), Lafon (Prignac), Fongrousse (Lesparre). La place de ces lieux montre qu'il existe à la base du *Calcaire à Astéries* un niveau d'eau alimentant des sources abondantes.

ne se continue pas vers le Sud car, sur l'autre flanc de la vallée, la base du *Calcaire à Astéries* est rencontrée vers 15 mètres. Si la pente précédente s'était poursuivie, elle aurait été abaissée au-dessous de zéro.

Le Château du Breuil se trouve dans une zone synclinale située entre Cissac et Saint-Sauveur.

La mer stampienne avait son rivage sur la bordure nord de ce petit bassin. Les argiles marneuses du Sannoisien étaient entamées de telle sorte que l'épaisseur des eaux croissait rapidement.

Les couches exploitées à la Rivaux représentent un dépôt de comblement d'une baie assez profonde. L'abondance des Algues, des débris de Polypiers, de nodules calcaires roulés et la faune d'Echinides qu'on y trouve, correspondent bien à ce caractère.

La carrière montre un front de taille de 100 mètres au Nord, et 60 mètres à l'Est. Les bancs calcaires ont été exploités sur une épaisseur moyenne de 8 mètres.

Sur le front nord, on distingue quatre assises différentes, soit à partir de la base :

1. Calcaire grossier renfermant une faune de Cérithes et de Mollusques et de nombreux débris de Polypiers.
2. Bancs compacts de calcaire miliolitique blanc, avec faune de Mollusques et *Crenaster lævis*.
3. Calcaire tendre marneux très blanc; certains niveaux sont constitués par des Algues calcaires foliacées et renferment une faune abondante de Mollusques; on y trouve aussi, rares, *Echinolampas Blainvillei* et *Schizaster Arnaudi*.
4. Banc de calcaire grossier jaunâtre avec débris de Polypiers.

Sur la face est, cette dernière assise est remplacée par un calcaire noduleux, non stratifié ou par un calcaire miliolitique, pulvérulent, jaunâtre, surmonté par des blocs très durs renfermant *Scutella striula* et *Fibularia piriformis*.

Le contact du *Calcaire à Astéries* avec le Sannoisien n'est pas visible à la Rivaux; on peut l'observer avec une grande netteté au Sud de Cissac, près d'un moulin ruiné, au carrefour du chemin Cissac-Saint-Sauveur et de la route Pauillac-Hourtin (fig. 43, II).

Au-dessus de l'argile verte du Sannoisien supérieur, le Stampien débute par une mince assise constituée par une argile marneuse bleuâtre renfermant en abondance des débris de Polypiers et de Mollusques avec leur test. Parmi ceux-ci, *Lithocardium Matheroni*, de petite taille, domine largement. La transgression dut s'accentuer rapidement, car on trouve aussitôt un banc formé par un calcaire miliolitique blanc jaunâtre, indiquant une sédimentation calme sous des eaux assez profondes.

En suivant le chemin vers Cissac, on rencontre des couches de plus en plus élevées jusqu'au bourg qui se trouve à 22 mètres. En

tenant compte du pendage vers le Sud, le *Calcaire à Astéries* possède à Cissac une épaisseur de 10 mètres. C'est également celle qu'il a à la Rivaux.

Saint-Sauveur, Saint-Laurent (coupe IV, fig. 43)

Les carrières ouvertes au Sud-Ouest du bourg de Saint-Sauveur sont à une altitude moyenne de 25 mètres. Les bancs qu'on y exploite sur une épaisseur de 3 mètres sont constitués par un calcaire marneux blanc jaunâtre renfermant quelques Mollusques : *Ampullina crassatina, A. angustata, Lithocardium Matheroni, Xenophora Tournoueri,* etc.

Le dépôt a un caractère moins littoral qu'à la Rivaux.

En suivant la coupe vers le Sud, on trouve l'affleurement de Saint-Laurent. Le calcaire exploité dans les carrières de cette commune forme, en affleurement, le promontoire qui s'avance dans le bassin d'alluvions modernes entre la Jalle de Saint-Laurent et celle de Benon. Les carrières se trouvent de part et d'autre de la route de Lesparre, à l'altitude de 10 mètres.

Dans un premier groupe (cote 11 de la Carte), le fait important est l'existence, à la profondeur de 2 mètres, d'un banc compact formé par un Polypier constructeur, commun dans tout le bassin (Bourg, Saint-Emilion, Langoiran).

Sur la rive sud de la Jalle de Benon, les couches qu'on exploite à Bardouillan sont plus dures. On trouve en surface un banc de calcaire miliolitique compact renfermant un niveau à Mollusques parmi lesquels on reconnaît *Lithocardium Matheroni, Pectunculus lugensis, Lœvicardium comatulum, Xenophora Tournoueri* et de rares exemplaires de *Turbo Parkinsoni.*

Dans l'ensemble, autour de Saint-Laurent, le facies général, la pauvreté et la composition de la faune de Mollusques et la présence d'un massif coralligène, indiquent une sédimentation calme dans des eaux assez profondes. *Pendant la transgression stampienne, le fond du synclinal de Pauillac s'enfonçait donc plus rapidement que sa bordure littorale.*

Comme, d'autre part, la base du *Calcaire à Astéries,* en passant de Vertheuil à Saint-Laurent, s'abaisse de 20 mètres et se relève de 30 mètres de Saint-Laurent à Listrac (fig. 46, II), on doit admettre que ce mouvement d'enfoncement s'est continué après l'Oligocène.

Les relations entre les différents affleurements que nous venons de définir se trouvent représentées dans les coupes II et IV de la figure 43.

La coupe II part d'Artigues et s'éloigne faiblement de la direction des couches. Il s'ensuit que le Stampien présente un

faible accroissement d'épaisseur et une faible inclinaison au Nord-Ouest. Sa base dessine une zone anticlinale au niveau de Saint-Sauveur.

La coupe IV, au contraire, se dirige de la bordure littorale vers le centre du *synclinal de Pauillac*. L'épaisseur du *Calcaire à Astéries* va donc en croissant pour atteindre une vingtaine de mètres de Saint-Sauveur à Saint-Laurent. Sa base présente, successivement, un abaissement de 10 mètres de Vertheuil au ruisseau du Breuil, un relèvement au niveau de Saint-Sauveur et un nouvel abaissement jusqu'à Saint-Laurent. Au delà elle se relève, faiblement d'abord, puis rapidement au voisinage de Listrac où elle arrive à 35 mètres.

La base du Stampien dessine donc d'une manière exacte le *synclinal de Pauillac*. Elle met également en évidence la zone anticlinale de Saint-Sauveur. Celle-ci correspond à l'accident transversal que nous avons rencontré dans la région de Trompeloup, à l'Est de Saint-Sauveur, et qui se manifeste par un relèvement de toutes les couches de l'Eocène.

Les deux bassins hydrographiques de Saint-Laurent et du Breuil occupent, par conséquent, deux zones synclinales de direction sensiblement Est-Ouest.

Bien que celle du Breuil soit de faible amplitude elle est suffisante pour avoir dirigé les phénomènes de ruissellement et d'érosion et déterminé, par la formation d'un petit bassin hydrographique, les caractères du relief du sol.

La formation des affleurements qui en est résultée a également provoqué la répartition des groupements humains. Les principales agglomérations, bourgs de Cissac et de Saint-Sauveur et hameaux de Fournas, Junlande, Luc, Les Gunes, Margaley, Les Reynals, Buradey, se trouvent en effet sur la bordure des affleurements du *Calcaire à Astéries*. On voit ainsi que des accidents tectoniques même très atténués peuvent donner à une région ses caractères essentiels : relief, réseau hydrographique, constitution des sols, zones de végétation et groupements humains.

Vertheuil (fig. 41; coupes I et III de la fig. 43)

Le territoire de la commune de Vertheuil a été décrit par Benoist [34]. Nous nous bornerons à citer les résultats de son travail. La carte de la figure 41 reproduit dans son ensemble celle de Benoist. Elle en diffère sur deux points importants :

1° Nous rattachons à l'Oligocène les couches 1 et 2 de la coupe

de Benoist, du Bourdin au Bâtiment, soit le *Calcaire à Anomies* du Meynieu et les marnes argileuses à *Melobesia* et concrétions.

2° Nous donnons une étendue bien plus grande à l'affleurement de *Calcaire à Astéries*. En effet, la route de Lesparre à Pauillac suit la table calcaire sans rencontrer d'autre formation; la nappe alluviale y est réduite à des lambeaux remaniés, dont l'épaisseur n'atteint pas 2 mètres. La coupe III de la figure 43 fait ressortir ce caractère.

La composition du *Calcaire à Astéries* près de Vertheuil a été donnée par Benoist dans la coupe suivante :

5. Conglomérat de calcaire miliolitique en plaquettes assez épaisses dans une argile verte avec *Arca barbata, Cerithium bidentatum, C. lignitarum*	0 m. 50
4. Marne blanche	0 m. 10
3. Calcaire argileux, blanc, miliolitique avec *Ampullina crassatina*	1 m.
2. Calcaire blanchâtre rempli d'empreintes et de moules de *Cerithium conjuctum*	0 m. 50
1. Calcaire assez dur en petits bancs avec *Gonocardium* et de nombreux polypiers	1 m. 50

Epaisseur totale : 3 m. 60.

A 1 kilomètre à l'Ouest, entre Vertheuil et Lugagnac, on exploita en 1932, pour la construction de la Cave coopérative, un banc de calcaire compact, blanc, miliolitique, renfermant *Ampullina crassatina* et *Lithocardium Matheroni*.

La position du *Calcaire à Astéries* dans la région de Vertheuil et ses relations avec les couches du Sannoisien sont représentées dans les coupes I et III de la figure 43. La coupe I suit de près celle de Benoist. Elle s'en écarte par l'épaisseur de certains niveaux et par une observation plus rigoureuse des relations altimétriques. Dans son ensemble, la coupe I est représentative de la composition de l'Oligocène dans le *synclinal de Pauillac :* on ne trouve nulle part une série de couches plus complète et plus caractéristique.

Saint-Germain-d'Esteuil, Blaignan, Civrac, Lesparre (fig. 44 et 45)

Les affleurements du *Calcaire à Astéries* sur le territoire des communes de Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan, Civrac et Lesparre sont dus aux mêmes phénomènes que dans la partie sud du *synclinal de Pauillac*. Ils présentent cependant quelques caractères particuliers.

Nous avons tracé sur la figure 44 la limite des affleurements.

La comparaison des nouveaux contours avec ceux de la Carte géologique fait ressortir la continuité de la table de *Calcaire à Asté-*

ries et sa plus grande extension, à l'Est, vers Ordonnac, et au Nord de Lesparre.

A l'Est, des lambeaux de dépôts de rivage ont été conservés au sommet des buttes de Plautignan et d'Ordonnac (coupes I, II et V de la figure 45).

La coupe d'ensemble V de la bordure littorale est comparable aux coupes I, II, III et IV de la figure 43. Le *Calcaire à Astéries* occupe la même position et forme une table calcaire subhorizontale à une altitude voisine de 20 mètres.

Sur la bordure du plateau calcaire, d'Artiguillon à Caussan, la base du Stampien s'écarte peu de la courbe de niveau de 20 mètres. Elle présente un léger relèvement entre Blaignan et Caussan à la rencontre de l'*axe anticlinal de Couquèques.*

A l'Ouest, la route de Bordeaux à Soulac est jalonnée par des affleurements de *Calcaire à Astéries.* Depuis l'affleurement *c* (carte de la fig. 42) jusqu'à Lagune, les creusements de 2 mètres de profondeur, effectués pour la pose de la ligne à haute tension, ont atteint le *Calcaire à Astéries* en plusieurs points.

Sa surface est profondément ravinée. Mais il ne s'agit pas d'une érosion à l'air libre : les dépôts superficiels, alluvions ou sable éolien, sont directement en contact avec un banc calcaire nu sans interposition d'argile de décalcification.

Le calcaire affleure en surface à Nodriz. Cet affleurement se prolonge sur les deux côtés du ruisseau et rejoint à la Toudeille celui de Vertheuil-Artiguillon (fig. 41).

De Lagune à Liard, entre 20 et 16 mètres, on trouve un affleurement continu révélé par le sol ocreux caractéristique et les cultures. En effet, de la Cardine à Lagune, pin, chêne, acacia et vigne marquent les variations d'épaisseur des dépôts superficiels sur le sous-sol calcaire. De Lagune à Liard, le vignoble s'empare de tout le terrain. Il finit brusquement au Nord de Liard, au point où s'interrompt l'affleurement.

Au delà, la table calcaire est cependant peu éloignée de la surface du sol, ainsi qu'en témoignent les alternances des cultures : acacia, pin, vigne. Elle est atteinte en plusieurs points par des creusements de 2 mètres de profondeur. Enfin, elle apparaît dans les fossés de la route, près du passage à niveau, et à Fongrouse où elle renferme une source de grand débit.

Mais à Liard, la table calcaire s'abaisse brusquement par un talus et passe de l'altitude de 20-16 mètres, où elle s'était tenue de la Cardonne à Liard, à celle de 7 à 8 mètres. Ce nouveau palier est très uniforme; tous les affleurements qui environnent Lesparre, Fongrouse, Saint-Trélody, Plassan et Bourgueyraud sont, en effet, à cette altitude.

L'existence de ces deux paliers étagés ne peut avoir une origine tectonique. Les couches tertiaires du Bas-Médoc sont subhorizon-

tales et ne présentent en aucun point une déformation assez nette pour être saisie par l'observation directe.

Ces deux parties doivent constituer les deux fonds rocheux de deux nappes alluviales correspondant à deux phases de creusement du fleuve qui a recouvert le Médoc de ses alluvions.

Dans la région que nous venons de décrire, la table de *Calcaire à Astéries* présente une double inclinaison vers le Sud-Ouest et le Nord-Ouest. Mais l'inclinaison n'est pas uniforme. Vers le Sud-Ouest, de Civrac à Lesparre, comme vers le Nord-Ouest de Saint-Germain-d'Esteuil à Lesparre, le *Calcaire à Astéries* s'abaisse de 20 mètres pour une distance de 6 kilomètres, puis dans les mêmes directions et sur une même distance, la table calcaire est subhorizontale.

Dans la zone de rupture de pente est creusé le bassin de l'Hervault, dont la partie centrale est occupée par la plaine d'alluvions modernes de Queyrac. Les affleurements de *Calcaire à Astéries* se placent sur ses bords. Cette distribution est identique à celle des bassins du Breuil et de Saint-Laurent.

En résumé, dans la région comprise entre Artiguillon, Ordonnac, Civrac et Lesparre les affleurements de *Calcaire à Astéries* sont en relation avec trois ordres de faits : le relèvement de la table calcaire à l'Est, sur le prolongement de l'*axe anticlinal de Couquèques,* le creusement en deux étapes du fleuve qui a déposé les alluvions anciennes du Médoc et la formation récente du bassin hydrographique de Lesparre.

L'action de ces différentes causes explique la position, l'étendue et les caractères des affleurements. On peut dire en définitive que, de toutes les régions du Médoc, la région de Lesparre est celle où le *Calcaire à Astéries* joue le plus grand rôle : c'est le facteur déterminant de la composition et du relief du sol et par suite de la répartition des zones de culture et des groupements humains.

De Lesparre a Soulac (fig. 46)

Au Nord-Ouest de Lesparre la Carte géologique mentionne deux affleurements : le premier borde la plaine d'alluvions modernes de Lesparre à Queyrac et le second supporte le village de Vendays. Cette répartition ne donne pas une idée exacte du rôle du *Calcaire à Astéries* dans le Bas-Médoc.

Gaillan, Queyrac (fig. 46, I)

La route de Lesparre à Soulac, après avoir traversé l'Hèrvault, passe aussitôt sur le *Calcaire à Astéries*. Mais l'affleurement est plus étendu que ne l'indique la Carte.

Jusqu'à la ligne *m n*, la table calcaire n'est recouverte que par des dépôts sableux peu épais. Partout la teinte ocreuse du sol trahit la présence du calcaire dans le sous-sol. La vigne occupe tout le territoire en dehors de quelques bois d'acacias aux points où le revêtement de sable est plus épais. A l'Ouest, la bordure de la forêt de pins indique les alluvions en place et d'une épaisseur dépassant 2 mètres.

Vendays, Vensac (fig. 46, II)

L'affleurement de Vendays est en réalité peu visible. Si le *Calcaire à Astéries* se trouve partout sous le bourg, en fait il est recouvert par des dépôts alluviaux en place, d'une épaisseur de 1 à 3 mètres.

On le rencontre dans la même position au Nord-Ouest, au bord du marais de la Perge, au bois de Berlitz, et au Nord-Est, près de Dez. Dans ces deux endroits la surface du *Calcaire* n'est plus qu'à + 1 mètre.

En résumé, sur le territoire de la commune de Vendays, la table de *Calcaire à Astéries* est inclinée vers le Nord-Ouest et passe de + 5 mètres à l'Est, à Queyrac, à + 2 m. 50 à Vendays et à + 1 mètre à l'Ouest, au bord de la chaîne dunaire.

Elle continue sous la dune avec la même inclinaison et reparaît sur le littoral où elle forme le plateau rocheux sous-marin de la Pinasse (fig. 46, III). Les bancs calcaires se trouvent près de la plage à une profondeur de — 3 mètres.

Grayan (fig. 46, III)

La ligne à haute tension qui franchit le marais de Gua, en suivant la route de Lesparre à Soulac, a ses pylônes implantés dans le *Calcaire à Astéries*.

Au débouché du marais, on trouve trois petits affleurements : le premier sur la rive sud, le second au centre à Merlazac et le troisième sur la rive nord à la Condaille. Le *Calcaire* est en moyenne à + 1 mètre.

La distribution de ces affleurements est la même qu'au débouché des bassins de Lesparre, du Breuil et de Saint-Laurent. Ils proviennent des mêmes phénomènes d'érosion; mais ici le remblaiement du Quaternaire moderne s'est élevé jusqu'à leur niveau.

La table calcaire s'étend vers le Nord-Ouest sous les alluvions modernes de la commune de Vensac. Elle affleure à l'Ouest de

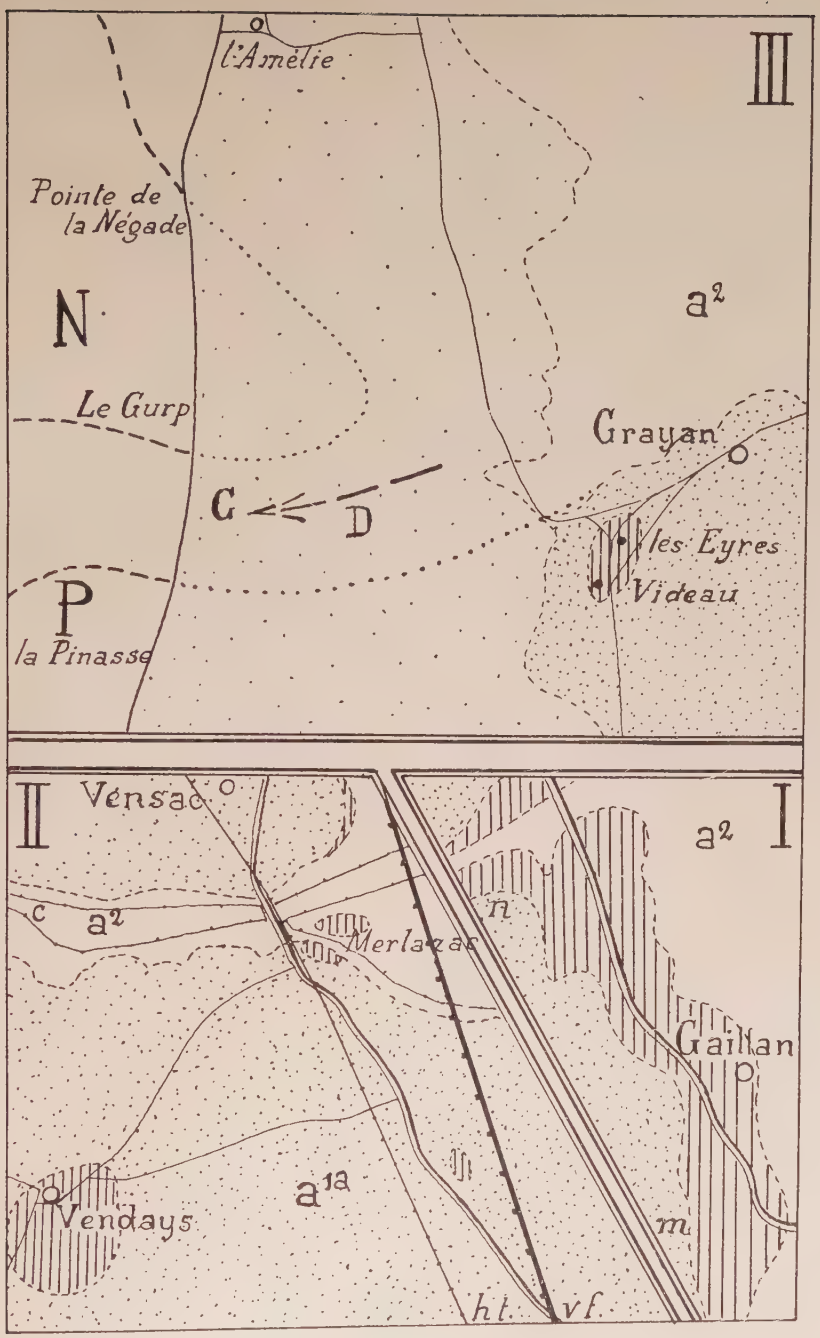


FIG. 46. — Les affleurements de Calcaire à Astéries dans le Bas-Médoc (hachures verticales). Echelle : 1/80.000ᵉ.

I. Gaillan. — II. Vendays-Vensac. — III. Grayan.

a^{1a} : alluvions anciennes. — a^2 : alluvions modernes.

II : v f. : voie ferrée; h t. : ligne électrique à haute tension; c : canaux.

III : D : dunes; C : bras d'un delta quaternaire; N, P : plateaux rocheux sous-marins de la Négade et de la Pinasse.

Grayan, à Videau et aux Eyres; des creusements l'ont atteinte sous une épaisseur de 1 à 2 mètres de dépôts sableux remaniés.

Enfin, passant sous la chaîne dunaire, elle va former le plateau rocheux sous-marin de la Négade *N*. Le calcaire s'étend sur plusieurs kilomètres à une profondeur qui varie de — 3 mètres, près du rivage, à — 8 mètres à l'Ouest. Les plateaux rocheux de la Pinasse et de la Négade ont été séparés par le creusement d'un bras d'un ancien delta.

La Pointe de la Négade marque ainsi la véritable extrémité du continent.

On peut dire en définitive que le *Calcaire à Astéries,* bien que peu apparent à la surface du sol, constitue la charpente du Bas-Médoc. Sa faible inclinaison a fait que l'érosion n'a que faiblement entamé la nappe alluviale qui le recouvre. Dès que celle-ci est détruite, à l'Est et à l'Ouest, le *Calcaire* reparaît. Enfin, en mer, ainsi que nous le montrerons dans notre étude du Quaternaire, le *Calcaire à Astéries* a joué un rôle déterminant dans l'évolution des deltas quaternaires et dans la formation de la ligne du rivage.

ANTICLINAL LISTRAC-BLAYE (fig. 47)

Dans la région de Listrac, l'Oligocène a été bien décrit par Benoist : nous n'aurons qu'à compléter sur quelques points les descriptions qu'il en a données. La région de Blaye sort du cadre de notre étude, nous nous bornerons à relever les limites et la position de l'Oligocène dans cette région.

SANNOISIEN

Listrac, Moulis (fig. 47 et 37)

Contrairement aux indications de la Carte géologique, les marnes de l'Eocène supérieur arrivent au pied du monticule qui supporte le bourg de Listrac. Elles sont surmontées par des marnes argileuses jaunâtres semblables. Sur le territoire de la commune, la base de l'Oligocène doit se trouver, de Fourcas à Lestage, vers la courbe de niveau de 25 mètres.

Dans cette région Benoist a souvent confondu les marnes éocènes et oligocènes. Bien qu'elles renferment toutes les deux des niveaux à Anomies, les premières seules renferment *O. complanatus.*

Il les a mieux distinguées dans les communes de Moulis. Nous citerons deux de ses descriptions :

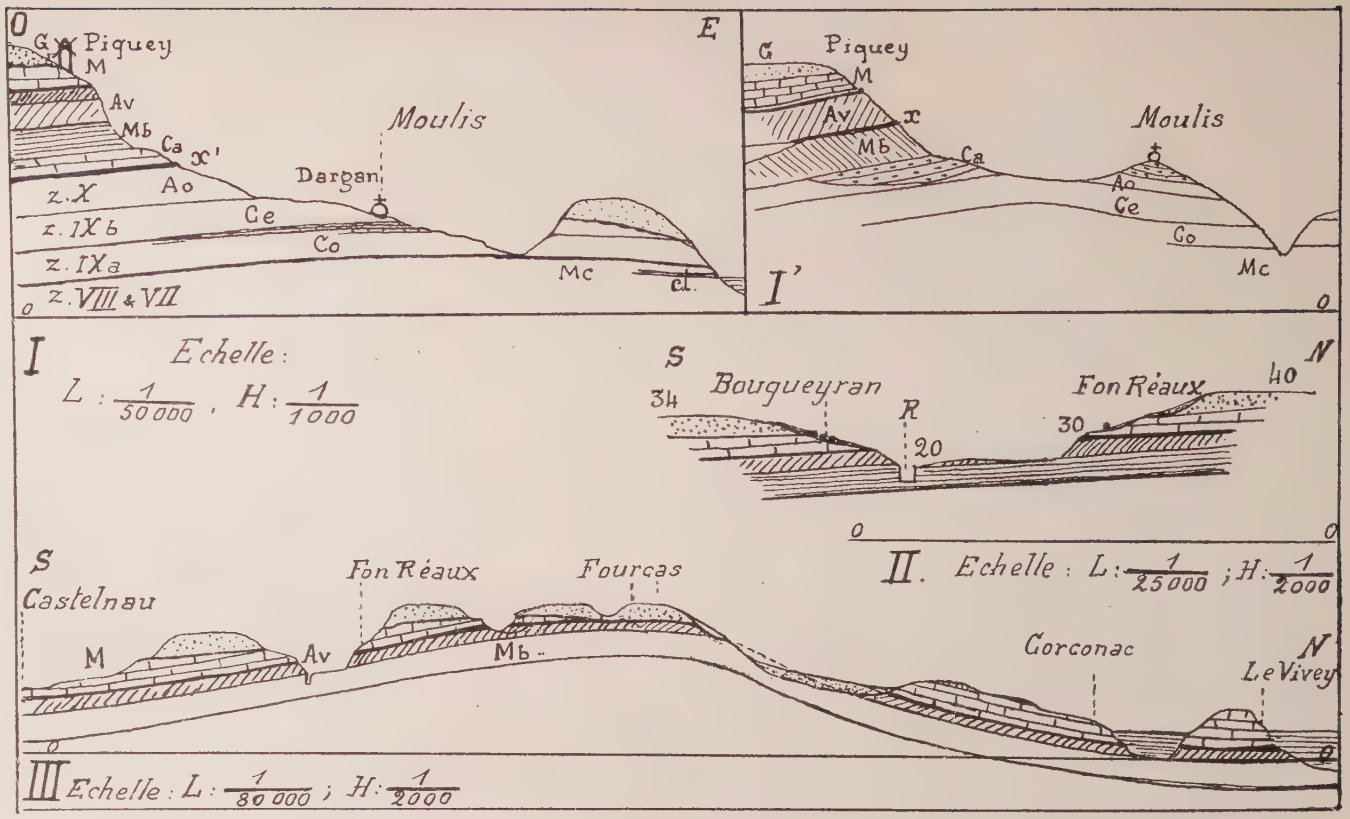


Fig. 47. — L'Oligocène dans l'anticlinal de Listrac.

I. Coupe du Moulin de Piquey (Moulis) à Peuvignan. — I'. Même coupe d'après Benoist [34, fig. 7, pl. 5].
II. Coupe de Bouqueyran à Fon-Reaux (Moulis).
III. Coupe de Castelnau à Saint-Laurent (Le Vivey).

1° « A Lestage, on retrouve au-dessus de la zone à *O. bersonensis* visible dans les vignes, un banc très épais d'environ trois mètres de grès dur contenant l'*Anomia girondica* et l'*O. bersonensis*. En remontant vers la butte de Piquey, cette mollasse est recouverte par une marne blanche qui, elle-même, est recouverte par l'argile verte oligocène. »

2° « Dans les prairies du Château Mauvezin on retrouve, le long des fossés du bois, au-dessus d'un calcaire en plaquettes à Anomies, très développé près de la gare d'Avensan, un troisième niveau à *O. bersonensis*. ... Au-dessus... on voit, en montant la colline, dans un grand fossé de desséchement, des mollasses argileuses et gréseuses qui sont recouvertes, au niveau du chemin de l'avenue de Mauvezin, par un calcaire dur et des marnes blanches analogues à celles du Bâtiment, dans Vertheuil. C'est l'équivalent du calcaire lacustre de Castillon, Civrac, etc. »

Les opinions de Benoist se trouvent résumées dans la coupe du Moulin de Piquey à Peuvignan [34, planche 5, figure 7]. Mais nous avons vu, à propos de l'Eocène, que cet auteur, faute d'une idée précise de la tectonique de la région, avait confondu certains niveaux. La comparaison de la coupe de Benoist avec notre interprétation (fig. 47, I et I') fait ressortir l'erreur de Benoist.

En attribuant le calcaire du bourg de Moulis au *Calcaire à Anomies*, Benoist faisait intervenir une tectonique complexe qu'il aurait été encore plus difficile de défendre si l'échelle avait été exacte.

En réalité, le bourg de Moulis étant plus bas que le pied de la butte de Piquey, on ne peut imaginer une continuité entre le vrai *Calcaire à Anomies* de Lestage et les plaquettes calcaires à Anomies et à *Orbitolites complanatus* du bourg.

Du reste, à la sortie de Moulis, à Dargan et à Tamponnet, à un niveau plus élevé que l'église, on trouve la partie supérieure du *Calcaire de Saint-Estèphe (s. str.)* constituée par un Calcaire miliolitique blanc et argileux renfermant *Echinolampas ovalis* (points 20 et 27 de la figure 37). La coupe I doit donc remplacer la coupe I' (fig. 47).

Benoist a en outre confondu les argiles à *O. bersonensis* de la base de l'Eocène supérieur (zone IX^a) avec celles du niveau supérieur (zone X). Les premières affleurent sur la rive gauche de la Jalle de Castelnau, au-dessus des couches fluvio-marines de Plassac, à une altitude moyenne de 10 mètres. Le *Calcaire* du bourg se place entre ces argiles marneuses et celles qui affleurent à l'Est de Moulis, au pied du talus oligocène, à une altitude moyenne de 20 mètres (zone X).

Benoist avait cependant pressenti l'existence d'un léger accident tectonique dans la région de Moulis. C'est là, en effet, que s'amorce la *zone anticlinale* A^1 A^1 (Peyrelevade-Bruges, fig. 4 *bis*, I) qui nous

a été révélée par les forages profonds de la région de Margaux-Cantenac.

Mais cet accident est ici très atténué. Il a seulement pour effet de substituer au pendage des couches vers l'Ouest une légère inclinaison à l'Est, vers la *zone synclinale* S^1 S^1 (fig. 4 *bis*, I et fig. 7, I).

Entre les deux parties de la bordure décrites par Benoist, s'ouvre une large vallée sur les bords de laquelle se trouvent, à l'altitude de 30 mètres, le hameau de Bouqueyran, au Sud, et le Château de Fon-Réaux, au Nord.

Au-dessous de ces deux points, les pentes et le fond de la vallée, qui s'étale à 20 mètres, donnent une bonne coupe de l'Oligocène (fig. 47, II). On trouve, à la base, une marne blanchâtre avec blocs calcaires visibles dans le lit du ruisseau. Au-dessus, les berges sont taillées dans une argile grisâtre très sableuse et micacée.

Le fond de la vallée et le bas des pentes sont constitués par une argile bleuâtre compacte. On la voit dans les fossés de la côte de Fon-Réaux jusqu'à la hauteur du Château où le *Calcaire à Astéries* vient la recouvrir. Elle possède le facies et occupe la place des couches lacustres de Castillon.

Castelnau, Avensan, Arsac

De Fon-Réaux à Castelnau, le Sannoisien s'abaisse rapidement.

La Jalle de Castelnau, dans la traversée du bourg, a ses berges taillées dans le *Calcaire à Astéries*.

Un puits foré, au bourg (Ecole de filles, 1938), a traversé les couches suivantes, au-dessous d'un banc de calcaire marneux qui descend jusqu'à + 16 mètres :

Argile bleue	2 m.	jusqu'à	+ 14 m.
Roche dure	0 m. 80	—	+ 13 m. 20
Argile	0 m. 80	—	+ 12 m. 40
Marne blanche	0 m. 60	—	+ 11 m. 80
Argile	1 m.	—	+ 10 m. 80
Marne blanche	0 m. 40	—	+ 10 m. 40
Argile marneuse	1 m.	—	+ 9 m. 40

Ces différentes assises doivent appartenir en totalité au Sannoisien.

La limite supérieure de l'étage se relève vers l'Est sur la rive sud de la Jalle, vers Avensan. Au bas des pentes du coteau sur lequel est bâti le village à la Tuilerie, on a exploité, à l'altitude de 15 mètres, des argiles panachées compactes qui appartiennent à la base de l'étage.

Vers le Sud, les alluvions quaternaires, les éboulis et le sable éolien ont recouvert le talus d'érosion qui suit la bordure du *Calcaire à Astéries* sensiblement selon la courbe de niveau de

20 mètres. Dans la commune d'Arsac, il a été dégagé sur quelques points par l'érosion. La butte du Château du Tertre en montre la composition. Benoist écrit à ce sujet :

« Au-dessus du *Calcaire à Sismondia* des Tuileries de Carabin et de Curebouse, les premiers dépôts argileux de la mollasse du Médoc sont bientôt remplacés par des grès et des marnes sableuses, exploités jadis à la limite de la commune d'Arsac; et si l'on monte vers le Château, on retrouve l'Argile verte couronnée par des calcaires blanchâtres avec Potamides et *Euchilus.* »

La succession et la composition des couches sont donc les mêmes que dans le synclinal de Pauillac (Civrac, Vertheuil, Cissac).

Par contre les différences sont marquées entre le Sannoisien de la région de Listrac et celui de la rive droite.

Nous avons vu (fig. 38, c. I et II) que le niveau inférieur est bien représenté par des grès à Anomies (Bois de Barbe) et une Mollasse sableuse à Anomies (Roque-de-Tau). En ce dernier point, la partie moyenne, également mollassique, semble être d'origine fluviatile. Plus au Sud, à Marmisson, la transgression stampienne a détruit le Sannoisien.

Vers l'Est et le Nord, dans la zone de l'*axe anticlinal de Blaye,* l'étage est représenté par des argiles bleuâtres, devenant mollassiques à la partie supérieure, d'origine continentale.

La mer sannoisienne, transgressive au début, pendant le dépôt des couches à Anomies dépassait la rive droite et s'avançait vers l'Est, au Sud de l'*anticlinal de Blaye* qu'elle ne recouvrait pas.

Elle reculait ensuite progressivement vers l'Ouest, pendant le Sannoisien moyen, puis, la régression s'accentuant et se généralisant, se trouvait rejetée pendant le Sannoisien supérieur, à l'Ouest du bombement de Listrac et de la *zone anticlinale* A^1 A^1 (fig. 7, I).

STAMPIEN

Rive gauche

Le *Calcaire à Astéries* de la région de Listrac se raccorde avec celui de la rive droite de la Gironde. Il a été détruit par le creusement du fleuve quaternaire et par une érosion postérieure, sur une largeur de 13 kilomètres (distance entre Listrac et Montuzet, à l'Est de Plassac).

L'*anticlinal de Listrac* avait dû être entièrement recouvert, car on trouve le *Calcaire à Astéries,* sur son axe même, à 1.500 mètres, à l'Ouest du centre du bombement de Peyrelevade. Mais l'épaisseur des dépôts y semble réduite. Par contre, elle augmente rapidement vers le Sud. A Castelnau, elle paraît avoir atteint une quinzaine de mètres. Il n'en reste que la base.

Dans la région de Listrac, le *Calcaire à Astéries* forme une

bande continue au sommet du talus sannoisien. Il affleure sur une étendue moindre que ne l'indique la Carte géologique. *Les nouveaux contours sont représentés dans la figure 37.*

La bordure orientale est interrompue par le bassin hydrographique de la Jalle de Castelnau; elle reparaît à Avensan à une altitude de 20 mètres. L'inclinaison est donc assez grande. Par contre, d'Avensan à Blanquefort, la base du *Calcaire à Astéries* est sensiblement horizontale.

On remarque que le bassin de la Jalle de Castelnau s'installe dans une zone de rupture de pente. Jusqu'à Blanquefort la bordure calcaire est masquée par les éboulis et les sables provenant de la destruction des alluvions anciennes. Des ruisseaux l'entaillent et la font reparaître aux abords immédiats de leurs rives.

La Carte géologique mentionne au Sud d'Avensan l'affleurement qui se rapporte au premier. D'autres, identiques, accompagnent les ruisseaux de Lalouise, près des Gunères, et des Moulins, à Arsac. Enfin, M. Balland a retrouvé le *Calcaire à Astéries* sur les rives de la Jalle de Ludon, au-dessous de Sénéjac et près de Caychac.

Tous ces affleurements jalonnent la direction Listrac-Bruges, c'est-à-dire la *zone anticlinale* A^1 A^1 (fig. 7, I).

Il existe une relation directe entre ces deux faits.

On sait qu'à l'Ouest de cet alignement le *Calcaire à Astéries* plonge fortement vers le Sud-Ouest; mais on n'a pas encore précisé ses relations avec la falaise stampienne de la rive droite.

Rive droite

Les anciens auteurs, Linder et Benoist, avaient remarqué que les couches ne se raccordaient pas directement d'une rive à l'autre. Linder avait supposé que le décalage était dû à une faille marquée par la grande falaise qui longe la rive, de Bayon à Roque-de-Tau (NO-SE).

Benoist s'était rendu compte que cette hypothèse pouvait traduire un aspect géographique (1) mais non l'expliquer. Frappé par

(1) L'aspect actuel de la falaise stampienne de Roque-de-Tau et de Marmisson, qui s'élève verticalement au bord du fleuve jusqu'à une hauteur moyenne de 40 mètres, n'est pas naturel. Le *Calcaire à Astéries* présente là des qualités de dureté et de durcissement qui l'ont fait adopter par les constructeurs de tous les temps. Les grands bâtisseurs, que furent les Romains, abattirent la falaise du faîte à la base pour la construction de leurs palais (Palais Gallien) et de leurs temples (Piliers de Tutelle) de Burdigala. Au Moyen Age, puis au XVIIIe siècle, la falaise fut encore exploitée sur toute sa hauteur pour la construction de l'Eglise Saint-Michel, de la Cathédrale Saint-André (en partie) et du Grand-Théâtre (fondations).

(D'après Al. Nicolaï : Nos carrières de pierre girondines et nos anciens monuments, *Bull. Mém. Soc. Archéol. de Bordeaux*, t. LII, 1934, p. 40; et M. Paul Courteault : Bordeaux, cité classique.)

les différences d'altitude que présente la base du *Calcaire à Astéries* « en des points très rapprochés », il avait admis la possibilité « de l'existence d'une faille perpendiculaire au cours de la rivière ».

L'observation n'a pas vérifié cette hypothèse.

En réalité, il n'est pas besoin d'imaginer un système tectonique spécial au Stampien. Il suffit de placer cet étage dans l'ensemble du système tectonique du *synclinal girondin* (fig. 48, I).

Le *Calcaire à Astéries* présente une inclinaison générale *B B'*, NE-SO, qui est celle du flanc occidental de l'*anticlinal* directeur *des Charentes*, et un pendage *A A'* correspondant au flanc sud de l'*anticlinal de Blaye*. En outre, un accident plus localisé, dans la région de Saint-André-de-Cubzac, relève la base du *Calcaire à Astéries* de 30 mètres, de sorte que les couches s'abaissent vers Bourg et Bayon *(C C')*.

Sur la rive droite la rencontre de ces trois lignes $B^1 B'^1$, *A A'*, *C C'*, représentant l'inclinaison moyenne dans chacun des plans, se fait au Sud de Bayon. C'est là qu'on voit le *Calcaire à Astéries* disparaître au-dessous du niveau des eaux.

Mais l'inclinaison des couches selon les trois directions ne se poursuit pas loin de la rive; elle cesse dans la *zone synclinale* S^1 S^1 individualisée depuis l'Eocène moyen.

Sur le prolongement de l'alignement *A A'*, les couches se relèvent; sous Carbon-Blanc la base du *Calcaire à Astéries* remonte à une vingtaine de mètres.

L'alignement *B B'* rencontre le Stampien sur la rive gauche dans la région d'Arsac à une altitude semblable.

Le Calcaire à Astéries *se raccorde par conséquent d'une rive à l'autre par l'intermédiaire d'une* zone synclinale S^1 S^1. *Celle-ci s'abaisse, en s'approfondissant, vers le Sud-Est. En s'approchant de l'*anticlinal Listrac-Blaye *elle s'atténue.*

La partie droite de la coupe II de la figure 50 précise les relations qui existent entre les couches des deux rives sur l'alignement Avensan-Plassac.

Ces observations montrent que le Calcaire à Astéries, *dans la région soumise à l'action de l'*anticlinal Listrac-Blaye, *reproduit fidèlement en surface les lignes structurales de l'Eocène moyen. L'inclinaison et les gauchissements, sur les directions* A A', B B' *et* C C', *précisent les relations des déformations du sol d'âge post-stampien avec celles qui affectent, en profondeur, les couches éocènes. Ces dernières ont été représentées dans les figures 4* bis *et 7 et dans la carte structurale de la surface du* Calcaire de Blaye (fig. 26).

SYNCLINAL DE BORDEAUX

(fig. 48-II et 49)

L'Oligocène forme la presque totalité des terrains tertiaires qui affleurent dans les vallées de la Dordogne et de la Garonne. Les falaises qui bordent les deux fleuves constituent de belles coupes naturelles atteignant souvent une hauteur de 50 mètres. De plus, dans le centre du synclinal, dans la région de Bordeaux, de nombreux forages traversent sa partie inférieure, non visible en affleurements.

Pour ces raisons, les terrains oligocènes sont, de tous les terrains tertiaires, ceux qui se prêtent le mieux à une étude détaillée.

Il n'est point dans le cadre de notre étude d'entreprendre leur description. Les affleurements sont en effet situés presque entièrement sur la rive droite, c'est-à-dire en dehors des limites du Médoc. En outre, malgré le grand nombre des affleurements et les différences qui existent entre eux, on constate que *les deux étages de l'Oligocène présentent une grande uniformité.* Il suffit par conséquent de retenir quelques séries types pour avoir une idée juste de leur composition. Nous les prendrons dans la région même de Bordeaux. En dehors d'elles nous nous bornerons à relever la position altimétrique de la base et du sommet des deux étages. Ces renseignements nous serviront à prendre une vue d'ensemble de la structure tectonique de ces terrains, et nous permettront de situer les affleurements du Médoc dans l'ensemble de l'Oligocène du *synclinal girondin.*

SANNOISIEN

Bordure nord

Rive gauche : région de Blanquefort

Le Sannoisien peut être étudié dans la partie inférieure du bassin de la Jalle de Saint-Médard, du Taillan à Blanquefort. Degrange-Touzin, en 1880 [126], et Benoist, en 1885 [34], l'avaient déjà fait connaître au bas des pentes des coteaux qui dominent le cours inférieur de la Jalle. Linder représente cette formation sur les deux rives, par une bande verte continue désignant la *Mollasse du Fronsadais.*

M. Balland, dans une étude récente (1936), a repris et précisé la description des auteurs précédents et donné une coupe détaillée de

l'Oligocène dans la carrière de Larroque. Il y distingue de haut en bas :

3. Calcaire marneux blanc, gris ou bleuâtre, criblé de Foraminifères miliolidés; base de + 18 à + 20 mètres.
2. Argiles vertes de facies lacustre, à rognons calcaires, épaisseur 4 mètres; base à + 14 mètres.
1. *d.* Argiles sableuses grises et jaunes, très friables; base à + 12 mètres.
   c. Mollasse gréseuse assez dure, avec parties très dures et lentilles presque exclusivement argileuses.
   b. Blocs de grès dur au sein d'une argile sableuse.
   a. Bancs de grès dur, au niveau des alluvions actuelles.
   L'épaisseur des couches mollassiques *a, b, c, d* est de 4 mètres environ.

M. Balland donne à ces différentes assises les attributions suivantes :

3. *Calcaire à Astéries* : Stampien.
2. *Calcaire lacustre de Castillon :* Sannoisien supérieur.
1. *Mollasse du Fronsadais :* Sannoisien inférieur.

Linder et Degrange-Touzin n'avaient pas séparé les niveaux 1 et 2; mais pour Benoist les marnes vertes et blanches de l'assise 2 représentaient le niveau de Castillon.

Nous adoptons également cette interprétation, car nous avons vu dans le Médoc les mêmes argiles vertes à nodules calcaires blancs remplacer le calcaire lacustre.

La Mollasse de Larroque, visible sur une épaisseur de 8 mètres, ne représente en réalité que la partie supérieure du Sannoisien moyen. En effet, dans les forages voisins du Vigean et de Bruges sa base n'est atteinte qu'à la profondeur de — 22 mètres et — 18 mètres. Son sommet se trouvant à + 15 mètres dans le coteau du Vigean, son épaisseur en ce point, en tenant compte du pendage vers l'Ouest, est de 30 mètres.

Au Sud de Bruges, le Sannoisien s'abaisse vers le Sud, de telle sorte que son sommet n'est plus qu'à 0 mètre à l'église du Bouscat.

Vers l'Ouest, l'argile verte marneuse disparaît sous les alluvions de la Jalle au delà du Taillan. Vers le Nord-Ouest elle s'abaisse également puisque la surface du *Calcaire à Astéries* est visible, près de Caychac, à une altitude de 12 mètres environ. Enfin vers l'Est, dans le forage de Lormont, le sommet des argiles mollassiques n'est qu'à 6 m. 13.

La limite supérieure du Sannoisien représente donc, dans la région comprise entre le Taillan (Ouest), Le Bouscat (Sud), Lormont (Est), Caychac (Nord), un bombement très étalé dont le centre dépasse les bords d'une dizaine de mètres.

Ce bombement traduit, dans la région de Bruges, l'accident profond dont toutes les couches éocènes ont révélé l'existence.

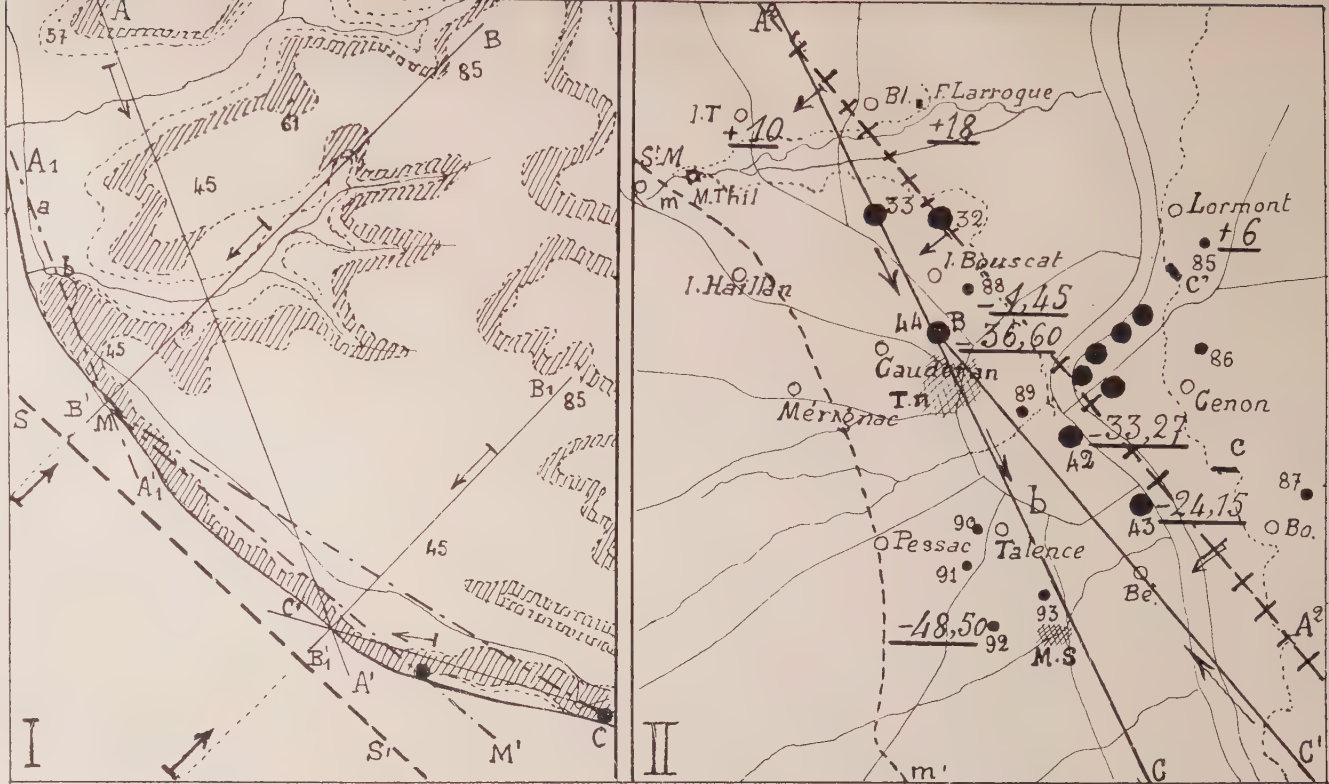


Fig. 48. — L'Oligocène dans le synclinal de Bordeaux.

I. Bordure nord (Blaye, Bourg). Echelle : 1/80.000e.

La partie hachurée figure le Stampien. Les nombres représentent les cotes d'altitude du Stampien et les flèches la direction des pendages. (Explications dans le texte.)

II. Région de Bordeaux. Echelle : 1/200.000e.

● : forages profonds. — • : forages dans l'Oligocène. — T.n : Terre-Nègre. — M.S : Madère, Sarcignan. — b : boulevards de Bordeaux. — c : carrières. — m m' : limite orientale des affleurements de l'Aquitanien.

Rive droite

De Bourg à Saint-André-de-Cubzac

De Bourg à Saint-André-de-Cubzac, plusieurs forages ont traversé la *Mollasse du Fronsadais.*

Dans le forage 24, au-dessous du *Calcaire à Astéries,* on trouve, à partir de + 11 m. 90, 17 m. 41 d'argile grise et 1 m. 79 d'un calcaire miliolitique pyriteux.

Ces deux assises représentent respectivement la *Mollasse du Fronsadais* et le *Calcaire à Anomies.*

A Saint-André-de-Cubzac, la *Mollasse du Fronsadais* s'élève jusqu'à + 29 mètres, soit un relèvement, par rapport à Bourg, de 17 mètres environ.

Libourne

A Libourne, le *Calcaire à Anomies* s'abaisse, au Port, à — 12 m. 55.

A l'Est et au Nord de Libourne le bassin se relève rapidement; le sommet de la Mollasse est à + 57 m. 70 à Saint-Christophe-des-Bardes et à + 70 m. 25 à Saint-Médard-de-Curçon.

Nous ne donnons pas le relevé des forages de cette région car le classement des couches est impossible à établir. La partie supérieure de cette série épaisse de dépôts continentaux appartient incontestablement au Sannoisien, mais il est impossible de préciser la limite inférieure.

Centre : région de Bordeaux

Le Sannoisien a été d'abord connu dans la région de Bordeaux par les forages de Billiot, dont les relevés furent présentés par cet auteur en 1866 [78].

Mais de sérieuses réserves doivent être faites sur le classement et l'interprétation des couches.

Billiot a en effet considéré que la *Mollasse du Fronsadais* commençait au-dessous de la dernière couche calcaire traversée. C'est ainsi qu'il la fait débuter sur la rive droite à + 32 m. 41 à Cenon et à + 32 m. 61 à Bouliac.

En réalité les forages de Cenon et de Bouliac n'ont pas atteint le Sannoisien; les couches attribuées par Billiot à cet étage, soit 6 m. 81 à Cenon et 21 m. 04 à Bouliac, représentent les facies marneux de la partie inférieure du *Calcaire à Astéries.*

Les mêmes réserves doivent être faites pour d'autres forages de la rive gauche. Celui de la rue d'Ornano aurait trouvé la *Mollasse du Fronsadais* à — 14 m. 03. En fait, les couches traversées, de

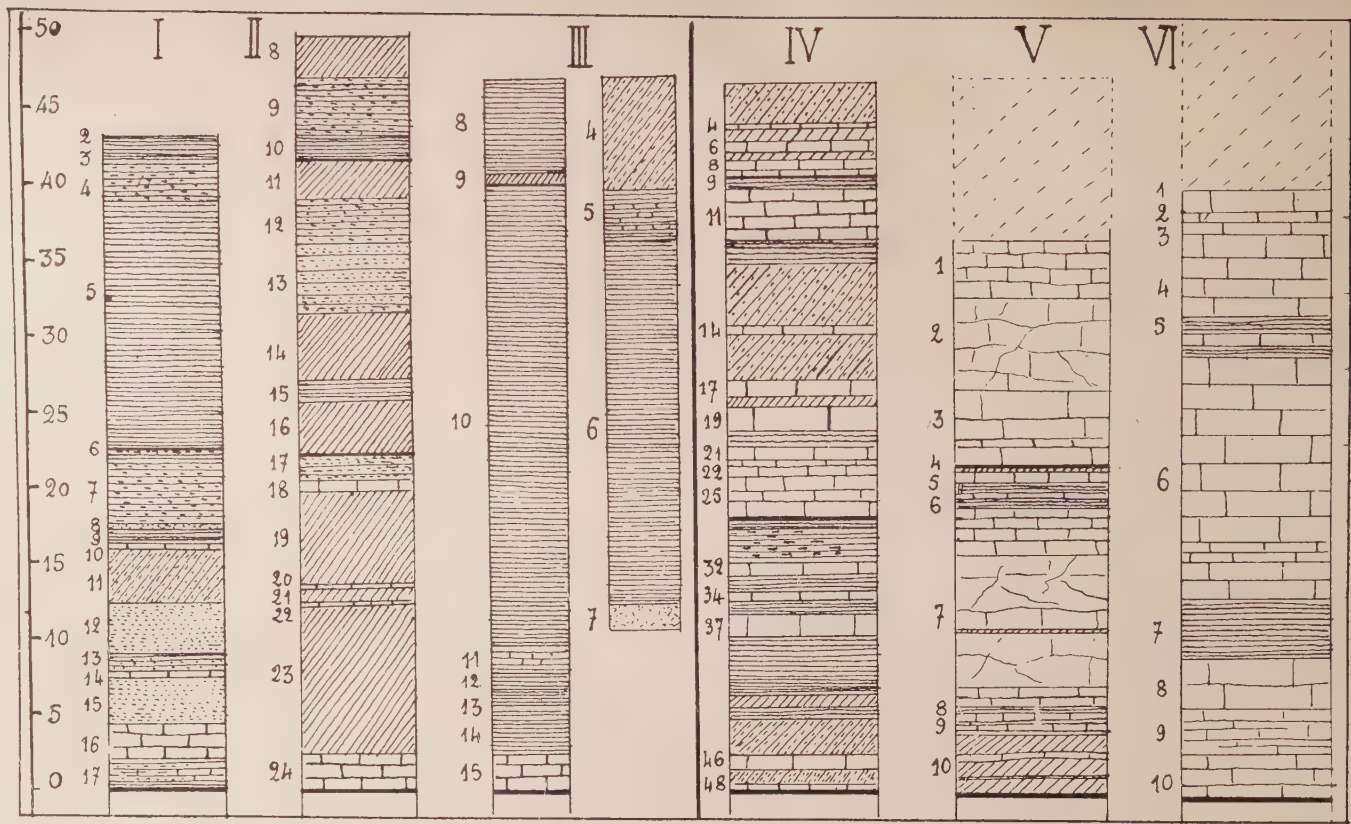


Fig. 49. — L'Oligocène dans la région de Bordeaux (1 millimètre représente 0 m. 50).
Sannoisien : I, Le Bouscat (f. 88); II, Bordeaux (f. 42); III, Cadillac (f. 53).
Stampien : IV, Lormont (f. 85); V, Cenon (coupe de Benoist); VI, Talence (f. 92).

— 14 m. 03 à — 24 m. 33, sont des marnes grisâtres et blanchâtres renfermant des débris de Mollusques marins. Ces couches appartiennent également à la partie inférieure du Stampien.

D'une manière générale le Sannoisien de la région de Bordeaux occupe une position différente dans la *zone anticlinale* A^2 A^2 et dans la *zone synclinale* S^2 S^2 (fig. 7).

Zone anticlinale (fig. 48, II)

Le Bouscat (série I, fig. 49)

1. Calcaire à Astéries	jusqu'à	— 1 m. 45
2. Marne grossière légèrement verdâtre	0 m. 95	— 2 m. 40
3. Marne verte très happante	1 m. 20	— 3 m. 60
4. Marne sableuse gris verdâtre	2 m. 24	— 5 m. 84
5. Marne jaunâtre veinée	16 m. 46	— 22 m. 30
6. Marne sableuse grisâtre avec fragments de fossiles indéterminables	0 m. 20	— 22 m. 50
7. Marne sableuse jaunâtre	4 m. 80	— 27 m. 30
8. Mollasse tendre grisâtre et jaunâtre	0 m. 55	— 27 m. 85
9. Marne légèrement verdâtre avec valve supérieure d'une petite Huître	0 m. 15	— 28 m.
10. Calcaire grossier marneux légèrement verdâtre	0 m. 25	— 28 m. 25
11. Argile sableuse grisâtre avec fossiles indéterminables	3 m. 42	— 31 m. 67
12. Mollasse tendre micacée légèrement grisâtre.	3 m. 43	— 35 m. 10
13. Marne grise avec parties sableuses et ligniteuses et plaquettes de Mollasse plus solide	1 m. 13	— 36 m. 23
14. Calcaire marneux grossier avec nombreux débris de fossiles indéterminables	0 m. 30	— 36 m. 53
15. Mollasse très fine grise avec empreintes de coquilles	3 m. 26	— 39 m. 79
16. Calcaire sableux et cristallin, gris, pétri de fossiles	2 m. 21	— 42 m.
17. Marne grossière grisâtre avec Miliolites	2 m.	— 44 m.

Le Sannoisien possède ici une puissance de 42 m. 55, soit de — 1 m. 45 à — 44 mètres. Dans la succession des couches on distingue deux parties :

1° Partie supérieure (c. 2 à 5) : marne argileuse sans trace de fossiles ..... 20 m. 50

2° Partie inférieure (c. 6 à 17) : marne sableuse, mollassique et calcaires sableux d'origine marine ..... 21 m. 50

Dans cette dernière division les couches de base (c. 14 à 17), d'une épaisseur de 7 m. 77, ont un caractère plus franchement marin (couches à Anomies).

Forages profonds de la rive droite

Dans les différents forages de La Bastide, sensiblement à la même profondeur, on trouve un calcaire marin sableux, gris bleuâtre, qui surmonte les argiles et les marnes de l'Eocène supérieur.

Par sa place et par son facies franchement marin ce calcaire correspond au *Calcaire à Anomies* et marque le début de l'Oligocène.

On le rencontre aux profondeurs suivantes :

	ÉPAISSEUR
f. 35 de — 38 m. 50 à — 42 mètres	3 m. 50
f. 36 de — 36 m. 98 à — 43 m. 15	6 m. 17
f. 37 de — 37 m. 60 à — 42 m. 50	4 m. 90
f. 39 de — 37 m. 40 à — 42 mètres	4 m. 60

Au-dessus, le Sannoisien moyen est constitué par des marnes et des argiles; le creusement de la plaine alluviale de la Garonne en a détruit la partie supérieure.

La base de l'Oligocène, du Bouscat à La Bastide, est remarquablement régulière; elle constitue une surface horizontale à une profondeur de — 42 mètres à — 44 mètres. Les dépôts ayant sensiblement la même composition, on peut penser que le sommet du Sannoisien, sur la rive droite, devait se trouver, avant le creusement du fleuve, au voisinage de zéro.

Le forage du Bouscat est donc encore situé dans la zone anticlinale La Bastide-Bruges, mais près de sa limite occidentale, car à 1 kil. 500 au Sud-Ouest, au Parc Bordelais, on est déjà dans la zone synclinale de la rive gauche.

Zone synclinale (série II, fig. 49)

Bordeaux, quai Sainte-Croix, f. 42 (d'après Billiot) :

	A partir de	— 33 m. 27
8. Argile jaune	3 m. 83	— 37 m. 10
9. Marne sableuse bleue avec veines jaunes	4 m. 12	— 41 m. 22
10. Marne bleue et jaune avec nodules calcaires.	1 m. 74	— 42 m. 96
11. Argile bleuâtre	2 m. 59	45 m. 55
12. Marneuse sableuse grise	3 m. 08	— 48 m. 63
13. Sable marneux gris	4 m. 71	53 m. 34
14. Argile bleuâtre avec veines jaunes	4 m. 58	— 57 m. 92
15. Marne jaune	1 m. 46	— 59 m. 38
16. Argile gris jaune	3 m. 72	— 63 m. 10
17. Sable marneux gris jaune	1 m. 85	— 64 m. 95
18. Calcaire dur gris	0 m. 76	— 65 m.

19. Argile gris bleu	5 m. 92	— 71 m. 63
20. Calaire dur bleu	0 m. 18	— 71 m. 81
21. Argile gris bleu	0 m. 96	— 72 m. 77
22. Calcaire dur bleu avec pyrite	0 m. 27	— 73 m. 04
23. Argile gris bleu	9 m. 91	— 82 m. 95
24. Calcaire dur bleu avec pyrite	2 m. 45	— 85 m. 40

Epaisseur totale : 52 m. 13

On reconnaît à la base les calcaires bleus pyriteux qui caractérisent les couches à Anomies et au sommet les argiles et les marnes qui, dans les affleurements de Lormont et de Cenon, représentent le *Calcaire lacustre de Castillon.*

Le forage classique du Parc Bordelais permet les mêmes distinctions. Les couches ont été classées par Benoist de la manière suivante :

4. *Marnes de Castillon*	7 m. 91	de — 36 m. 60	à — 44 m. 51
5. *Mollasse du Fronsadais*	24 m. 59	de — 44 m. 51	à — 69 m. 10
6. *Marnes et sables à Anomies*	17 m. 90	de — 69 m. 10	à — 87 m.

Epaisseur totale : 50 m. 40.

Enfin, quai de Brienne (f. 43), le Sannoisien a été traversé de — 24 m. 25 à — 73 m. 80; à Villenave-d'Ornon (f. 93) il a été atteint à — 29 m. 70, tandis qu'à Talence (f. 92), dans l'aval pendage du précédent, il se trouve à — 40 m. 50.

En résumé, dans la zone synclinale de la rive gauche le Sannoisien possède une puissance de 52 m. 13 (f. 42), 50 m. 40 (f. 44) et 49 m. 55 (f. 43), supérieure de 8 à 10 mètres à celle qu'il a sur la rive droite.

Sa surface se trouve de 30 à 40 mètres plus bas que dans la zone anticlinale La Bastide-Le Bouscat-Bruges.

Ce décalage important, dû à une accentuation de la flexure déjà décrite avec l'Eocène, est postérieur au Sannoisien.

Partie sud du synclinal de Bordeaux

Cadillac (f. 53, série III, fig. 49)

Au-dessous du *Calcaire à Astéries,* dont la base se trouve à — 17 m. 20, les couches suivantes ont été traversées :

4. Sable argileux	7 m. 55	— 24 m. 75
5. Marne blanche assez dure	3 m. 25	— 28 m.
6. Marne et argile jaune	23 m. 70	— 51 m. 70
7. Sable	1 m. 90	— 53 m. 60

8.	Marne argileuse jaune	6 m. 40	— 62 m.
9.	Argile blanchâtre très dure	1 m. 20	— 63 m. 20
10.	Marne argileuse jaune	30 m. 50	— 93 m. 70
11.	Marne calcaire rose verdâtre	2 m. 10	— 95 m. 80
12.	Marne blanchâtre	1 m. 20	— 97 m.
13.	Marne argileuse jaune	1 m.	— 98 m.
14.	Marne argileuse jaune très collante	3 m. 50	— 101 m. 50
15.	Calcaire très dur, bleuâtre, pyriteux	2 m. 30	— 103 m. 80

Epaisseur totale : 86 m. 60

Par analogie avec les régions de Bourg et de Bordeaux, la couche 15, qui surmonte une épaisse série d'argiles éocènes, doit représenter la base de l'Oligocène.

Elle se trouve à la même place et avec le même facies calcaire dans les forages voisins de Rions et de Portets.

L'épaisseur du Sannoisien dans les trois forages de Cadillac, Rions et Portets est respectivement de 86 m. 60, 86 mètres et 83 m. 83.

Cette grande puissance du Sannoisien est limitée au centre du synclinal. A 12 kilomètres au Sud en effet, dans la région de Landiras, on ne peut rapporter à cet étage que quelques mètres de couches détritiques variées (1). A Château Vigneau, Linder donne à ces dépôts une épaisseur de 4 mètres seulement (profondeur — 30 mètres).

A l'autre extrémité de l'axe anticlinal, à l'Ouest de Villagrains, à Saint-Magne, le Sannoisien ne semble pas représenté dans les couches variées qui s'interposent entre le Miocène et le Crétacé rencontré vers — 20 mètres.

En résumé, pendant le Sannoisien, le *synclinal de Bordeaux* s'est affaissé d'une manière croissante du Nord-Ouest au Sud-Est. On peut considérer que l'épaisseur des dépôts mesure en chaque point l'importance de cet affaissement, soit 20 mètres à Bourg, 42 mètres (rive droite) et 52 mètres (rive gauche) à Bordeaux et 86 mètres à Cadillac.

Par contre l'*anticlinal Landiras-Villagrains* est resté stable.

La surface du Sannoisien se trouve aux altitudes suivantes : de Bourg à Saint-André de 0 à + 29 mètres; de Blanquefort à Lormont de + 18 à + 6 mètres; du Bouscat à La Bastide vers zéro; à Bordeaux, rive gauche, de — 30 à — 40 mètres; de Portets à Cadillac de — 10 à — 17 mètres.

(1) M. Daguin fait remarquer que l'érosion de la mer stampienne a pu détruire une partie des formations comprises entre l'Eocène inférieur et le Stampien. On ne peut, pour cette raison, tirer argument de l'épaisseur des assises détritiques qui occupent la place du Sannoisien. Il reste cependant que leur épaisseur ne pouvait être très grande.

Ces différences de position prouvent que le Sannoisien a subi des déformations importantes. Celles-ci consistent essentiellement dans l'accentuation des bombements de Saint-André et de Blanquefort-Bruges, et dans l'affaissement de la partie centrale du synclinal de Bordeaux *(rive gauche).*

STAMPIEN

Bordure nord : d'Avensan à Blanquefort

D'Avensan à Blanquefort le *Calcaire à Astéries* est caché par les dépôts de revêtement. Son niveau supérieur, qui représente une surface d'érosion, ne peut donner une indication précise sur son épaisseur et sur son altitude initiales. Sa base se tient en moyenne vers + 15 mètres.

Vers l'Est elle s'abaisse pour atteindre la rive droite de la Gironde, au niveau de Bayon, au voisinage de zéro.

La base du *Calcaire à Astéries* dessine ainsi le synclinal $S^1 S^1$ (fig. 4 *bis*) déjà décrit. Entre Bourg, Blanquefort et Bassens elle se situe sur un plan horizontal, à une altitude moyenne de 15 mètres. *Ce caractère est commun dans cette région avec toutes les couches éocènes.*

L'épaisseur du *Calcaire à Astéries* dans la zone synclinale de Bourg est en moyenne de 30 mètres.

M. Balland [24] a décrit le Stampien de la vallée inférieure de la Jalle de Saint-Médard. Il a montré qu'il formait sur deux rives une bordure continue, taillée en talus, entre Blanquefort et le Taillan. On retrouve là les caractères des affleurements, situés au débouché des bassins d'érosion, déjà rencontrés dans le Médoc.

La coupe la plus caractéristique du Stampien de cette région, que donne M. Balland, est celle du Moulin du Thil. Nous la résumons :

4. Marnes et calcaires marneux tendres de couleur blanche et jaune	2 à 3 m.
3. Calcaire plus ou moins dur renfermant par endroits une faune de Mollusques et de Foraminifères (*Nummulites intermedius, Operculina complanata, Milioles*)	4 à 5 m.
2. Banc très dur, « presque exclusivement formé de *Scutella Agassizi* »	0 m. 20
1. « Bancs durs, bien stratifiés » d'épaisseur inconnue.	

La partie non visible, si on tient compte du pendage des couches, peut atteindre une dizaine de mètres.

Au moulin même, le lit de la Jalle est creusé dans le *Calcaire à Astéries.* On trouve une autre exploitation à un niveau plus élevé,

près de la côte 28. La puissance de l'étage serait, par conséquent, voisine de 25 mètres.

Le Stampien possède sensiblement la même épaisseur à l'Est du Taillan, aux Peyreyres et à Peyrestruc, où sa surface atteint 35 mètres, tandis que sa base est au voisinage de la courbe de niveau de 10 mètres. L'épaisseur des couches détruites doit atteindre une dizaine de mètres. En effet M. Balland pense que l'assise à *Scutella Agassizi* représente un véritable niveau stratigraphique. On la trouve à Lormont sous 10 mètres de dépôts que l'on peut attribuer incontestablement au Stampien, tandis qu'aux Peyrères (Le Taillan) elle se rencontre en surface. Au Thil, près des Peyrères, le niveau à Scutelles est surmonté par 7 mètres de calcaires.

L'épaisseur totale du *Calcaire à Astéries* dans cette région devait donc être comprise entre 25 et 35 mètres.

Centre

Zone anticlinale de la rive droite : Cenon, Lormont

Benoist donna en 1877 [28] une première coupe de la falaise stampienne de Cenon, dans laquelle il distingua trois groupes de couches ayant ensemble 36 mètres d'épaisseur.

Trompé par des déterminations inexactes, il [29] rapporta le groupe inférieur au *Calcaire de Saint-Estèphe*. Mais il abandonna peu après cette interprétation.

Ses opinions définitives se trouvent exprimées dans son « Esquisse » [38, p. 38].

Résumé de la description de Benoist :

e. Calcaire compact à *Nerita Ferussaci* et *Potamides plicatum.*
d. Calcaire à *Nummulites vascus-Boucheri.*
c. Calcaire jaunâtre en bancs épais à *Palæocarpilius aquitanicus,* riche faune de Mollusques, *N. intermedius-Fichteli* et *N. vascus-Boucheri.*
b. Marne schisteuse brune à *Turbo Parkinsoni* et *N. intermedius.*
a. Calcaire argileux bleu à *Gonocardium Matheroni* et *Natica crassatina.*

Mais ces divisions ont un caractère local. Emm. Fallot [194] ne les retrouve pas exactement dans une carrière voisine creusée dans la même falaise. Il y distingue cependant un « système inférieur formé par des marnes grises plus ou moins dures et un système supérieur » constitué par « un calcaire jaunâtre se délitant facilement et pétri de fossiles ».

On reconnaît dans le niveau inférieur les couches *a* et *b* de Benoist et dans le niveau supérieur la couche *c*.

Une carrière, actuellement exploitée dans la falaise de Lormont, montre très nettement la division en deux niveaux. Le détail de la

composition des couches de la falaise se retrouve dans le relevé suivant (par LINDER) d'un forage voisin (série IV, fig. 49).

	Alluvions jusqu'à	2 m. 80
3. Argile sableuse verdâtre	3 m.	5 m. 80
4. Calcaire compact grossier d'aspect lacustre.	0 m. 25	6 m. 05
5. Argile marneuse verte	0 m. 91	6 m. 96
6. Calcaire compact blanc d'aspect lacustre	0 m. 60	7 m. 56
7. Argile marneuse verte	0 m. 73	8 m. 29
8. Calcaire compact blanc d'aspect lacustre	0 m. 87	9 m. 16
9. Calcaire compact et grossier blanc-jaunâtre marin	0 m. 60	9 m. 76
10. Marne verte avec fragments de calcaire grossier jaunâtre	0 m. 60	10 m. 36
11. Calcaire grossier dur blanchâtre	3 m. 60	13 m. 96
12. Marne verte et calcaire grossier friable jaunâtre	1 m. 40	15 m. 36
13. Argile brunâtre, graviers calcaires et taches charbonneuses	3 m. 84	19 m. 20
14. Calcaire grossier dur avec *Scutella striatula.*	0 m. 50	19 m. 70
15, 16. Comme 13	3 m.	22 m. 70
17. Calcaire grossier jaunâtre avec lits d'argile jaune	1 m.	23 m. 70
18. Argile jaune, un peu marneuse, assez pure	0 m. 80	24 m. 50
19. Calcaire grossier blanchâtre, fossilifère	1 m. 50	26 m.
20. Marne grossière jaune ou brunâtre à fragments calcaires	1 m. 19	27 m. 19
21. Calcaire grossier avec lits marneux	1 m.	28 m. 19
22 à 25. Calcaire grossier dur ou marneux, blanc ou jaunâtre, fossilifère *(Cardium girondicum)*	4 m.	32 m. 19
26. Marne verdâtre	0 m. 40	32 m. 59
27. Calcaire dur jaunâtre fossilifère	0 m. 10	32 m. 69
28, 29, 30. Marne brune jaunâtre, verdâtre, ligniteuse, fossilifère	2 m. 25	34 m. 94
31, 32. Calcaire grossier jaunâtre à *Cerithium Charpentieri* et *Cardium girondicum*	1 m. 11	36 m. 05
33. Marne grisâtre	1 m.	37 m. 05
34. Calcaire grossier jaunâtre	0 m. 50	37 m. 55
35. Marne grisâtre et verdâtre veinée	1 m.	38 m. 55
36, 37. Calcaire grossier jaunâtre, marneux, fossilifère	1 m. 45	40 m.
38 à 41. Marne verdâtre à Foraminifères	3 m. 90	43 m. 90
42. Argile vert-bleuâtre à peine calcaire	0 m. 94	44 m. 84
43. Marne blanche et verdâtre	0 m. 65	45 m. 49
44. Argile sableuse brune jaunâtre à fragments calcaires	2 m. 65	48 m. 14
46. Calcaire grossier jaunâtre avec concrétions, polypiers et autres fossiles nombreux	1 m. 23	49 m. 37

47. Sable argileux micacé gris verdâtre	1 m.	50 m. 37
48. Calcaire grossier jaunâtre avec concrétions empreintes de nombreux polypiers de coquilles et côte de Lamantin	0 m. 50	50 m. 87

Epaisseur totale : 48 m. 07

Les couches peuvent être groupées de la manière suivante :

3. Couches 3 à 8 : épaisseur totale, 6 m. 36.	
3 bancs de calcaire compact d'aspect lacustre....	1 m. 67
Argile et marne verte	4 m. 69
2. Couches 9 à 25 : épaisseur totale, 24 m. 03.	
Calcaire grossier jaunâtre	12 m. 20
Argile et marne brunâtre	11 m. 83
1. Couches 26 à 48 : épaisseur totale, 17 m. 68.	
Bancs calcaires	4 m. 89
Argile verdâtre et marne brunâtre	12 m. 77

Le *niveau inférieur* correspond aux assises *a* et *b* de Benoist et à la partie inférieure des coupes de Cenon (Em. Fallot) et des relevés de forages (Linder) de Bouliac, Cenon et Bordeaux (rue d'Ornano).

Ces observations concordantes prouvent que le *Calcaire à Astéries* se divise, à Bordeaux, en deux parties assez nettement séparées.

Pour Em. Fallot, les argiles du niveau inférieur pourraient correspondre aux argiles à *Ostrea longirostris*, si bien développées à l'Est de Bordeaux, dans les directions de Sainte-Foy et de La Réole. Il donne pour preuves, des observations faites par lui, dans la coupe de Fronsac, et par Reyt, à Saint-Aubin-de-Blaye. En ce dernier point, *Ostrea longirostris* se trouve dans des argiles à Milioles semblables à celles de Cenon.

Le *niveau moyen* représente le *Calcaire à Astéries* typique, tel qu'il est connu dans tout le département. Ce niveau seul semble représenté dans les régions de l'*anticlinal de Listrac-Blaye* et du *synclinal de Pauillac*. Telle est également l'opinion de Benoist [38].

Le *niveau supérieur* de Lormont pourrait ne plus appartenir au Stampien. Benoist [38, p. 42] a en effet signalé en divers points, autour de Bordeaux, une formation argilo-sableuse ou calcaire recouvrant le *Calcaire à Astéries*.

La coupe de Cenon (série V, fig. 49) comparée au forage de Lormont montre les variations de facies sur de faibles distances.

Zone synclinale (fig. 49, VI)

Sur l'emplacement occupé par la ville de Bordeaux et sa banlieue, le *Calcaire à Astéries* a été fortement raviné et partiellement détruit par l'érosion. On le trouve à la périphérie de la ville, sur le parcours des boulevards *b*, à une altitude moyenne de 12 à 15 mètres.

Dans les forages il manque une partie plus ou moins importante du niveau supérieur.

Au Parc Bordelais le niveau inférieur, épais de 20 mètres, descend jusqu'à — 36 m. 60. La partie inférieure du niveau supérieur est formée par un calcaire jaunâtre à Nummulites. Il manque environ une quinzaine de mètres.

Les sables coquilliers de Caudéran (Boulevard 1868, rue Mexico 1873, Cardoze 1880, route de Saint-Médard 1886) et de Bordeaux (rue de Marseille 1888), célèbres par la belle faune qu'ils ont livrée, se trouvent à une profondeur moyenne de + 7 mètres. Comme dans la région où ils se trouvent le *Calcaire à Astéries* descend jusqu'à — 36 mètres, ils appartiennent au niveau supérieur du Stampien.

La base du *Calcaire à Astéries* a été encore atteinte sur la rive gauche, aux profondeurs suivantes :

f. 42, quai Sainte-Croix : — 33 m. 27.
f. 43, quai de Brienne : — 24 m. 15.
f. 92, Talence : — 48 m. 50.

Le second forage se trouve plus rapproché de la falaise de la rive droite que le premier et le troisième est situé dans l'aval pendage des deux autres.

Les sables coquilliers de Madère-Sarcignan se placent, par rapport au forage voisin de Talence, dans la partie supérieure du *Calcaire à Astéries*.

Dans le forage de Talence qui commence à — 8 mètres au fond d'un ancien puits, les couches suivantes ont été traversées (relevé de Linder) :

1. Calcaire grossier tendre blanc à débris de fossiles cristallins	1 m. 40	— 9 m. 40
2. Calcaire grossier un peu dur, blanc, fin, à débris de fossiles cristallins.	0 m. 72	10 m. 12
3. Calcaire grossier un peu dur, blanc, fin, avec empreintes de grosses astrées	1 m. 13	— 11 m. 25
4. Calcaire grossier un peu dur, blanc, avec fossiles dont un petit *Echinocyamus (Fibularia) piriformis*	4 m. 95	— 16 m. 10
5. Marne grisâtre avec sable et mica très fin. .	1 m. 30	— 17 m. 40
6. Calcaire grossier tendre, grisâtre, avec bulles et coquilles bivalves de 10 à 12 cm., avec marne blanchâtre au sommet	17 m. 75	35 m. 15

7. Marne verdâtre massive avec très petites paillettes et mica	3 m. 90	39 m. 05
8. Calcaire grossier tendre, blanc, avec divers fossiles	3 m. 25	42 m. 30
9. Calcaire grossier marneux, verdâtre	3 m. 10	45 m. 40
10. Calcaire grossier blanchâtre, à débris coquilliers avec moules de *Turbo Parkinsoni*	3 m. 10	48 m. 50

Comparée à la série IV de Lormont, la série VI de Talence (fig. 48) révèle une augmentation de puissance d'une dizaine de mètres et une généralisation du facies calcaire. *La sédimentation dans la zone synclinale de la rive gauche était donc calme et s'effectuait sous une assez grande épaisseur d'eau. L'accroissement d'épaisseur du calcaire montre également que l'enfoncement du synclinal était plus rapide que sur la rive droite.*

Partie sud : région de Cadillac-Landiras

La base du *Calcaire à Astéries* se trouve à — 11 m. 35 à Rions et — 17 m. 20 à Cadillac. En surface la falaise qui borde la rive droite a son sommet à une altitude moyenne de 60 mètres.

L'épaisseur du *Calcaire à Astéries,* dans cette région, serait voisine de 80 mètres et sensiblement égale à celle du Sannoisien.

Limites du synclinal au Sud et à l'Est

Au Sud de Cadillac, le pointement crétacé de Landiras affleure à une altitude voisine de 30 mètres. Le *Calcaire à Astéries,* qui le recouvrait, a été détruit sur son sommet et forme tout autour une auréole continue, surmontée par l'Aquitanien, à une altitude comprise entre 45 et 50 mètres.

Les dépôts stampiens, sur le sommet du dôme, avaient par conséquent une épaisseur de 15 à 20 mètres. A 4 kilomètres à l'Est, à Château Vigneau, ils ont 80 mètres. Ce fait prouve l'ennoyage rapide de l'axe de l'anticlinal dans cette direction et souligne la structure en dôme de l'accident de Landiras.

A l'autre extrémité de l'*anticlinal de Villagrains-Landiras* on ne trouve pas de calcaire stampien sur le Crétacé du sommet du dôme. Celui-ci avait dû former un îlot que la mer stampienne n'avait pas recouvert.

L'axe anticlinal avait donc subi un relèvement vers l'Ouest et un ennoyage vers l'Est. Ce caractère s'accorde avec ce que l'on sait de la puissance du Stampien dans ces deux directions,

c'est-à-dire avec les déformations du Bassin d'Aquitaine pendant le Stampien.

En effet, vers l'Est, les dépôts attribués au Stampien augmentent progressivement d'épaisseur pour atteindre 334 mètres à Agen (1). *Une fosse de subsidence s'était donc développée pendant le Stampien dans la partie centrale du Bassin d'Aquitaine. L'approfondissement régulier du* synclinal de Bordeaux *du NO au SE et l'abaissement de la partie orientale de l'*axe anticlinal de Villagrains-Landiras *sont la conséquence de la formation de cette fosse.*

A l'Ouest au contraire, ainsi que nous allons le voir, la région du Bassin d'Arcachon subissait un abaissement bien moins important.

Partie occidentale : région d'Arcachon

L'Oligocène a été atteint et traversé dans plusieurs forages situés autour du Bassin d'Arcachon. Les relevés les plus complets et les plus précis sont ceux d'Arcachon (Abatilles) et d'Andernos (Ecole de Plein Air).

Arcachon

f. 56, d'après l'interprétation de M. Viennot :

	A partir de	— 259 m. 20
17. Marne sableuse grise	7 m. 50	— 266 m. 70
18. Calcaire gris jaunâtre très fossilifère à *Nummulites, Operculina complanata* ..	12 m. 50	— 279 m. 20

(1) Les dépôts stampiens situés à l'Est de Landiras sont d'abord marins, puis continentaux. Les limites de la transgression de la mer du *Calcaire à Astéries* ont été recherchées par Linder, Benoist, Vasseur, Dollfus, Repelin et Blayac. Les interprétations ont varié.

Linder place sensiblement au méridien de La Réole la limite vers l'Est du Stampien marin. Benoist, au contraire, la porte à l'Est de Marmande. Les assises marines qu'il a décrites dans son *Esquisse,* dans la vallée du Tolzac, à l'Est de cette ville, n'ont pas été retrouvées.

Pour Blayac, la mer stampienne à *Ostrea longirostris* aurait également largement dépassé Marmande. Ce fossile se rencontrerait jusqu'au confluent du Lot. En découvrant des couches à *Num. intermedius* près de Casteljaloux, Blayac justifie son interprétation et celle de Benoist.

La solution de Vasseur et de Repelin accorde dans une certaine mesure les deux conceptions. La mer stampienne aurait formé au Nord un golfe profond s'avançant jusqu'à Villeréal et un autre au Sud séparé du premier par une zone émergée sur la direction La Réole-Agen.

Cette représentation des faits semble convenir pour la répartition des affleurements du niveau supérieur. Mais on ne sait pas, faute de renseignements suffisants que seuls les forages pourraient fournir, quelle a été l'extension vers l'Est de la transgression de la mer stampienne du niveau inférieur. Elle semble avoir été plus grande que celle du niveau supérieur.

19. Calcaire gris, très fossilifère, Nummulites.	3 m. 70	— 282 m. 90
20. Mollasse gris foncé à grains fins, micacée, très fossilifère : *N. Bouillei, O. complanata*	10 m. 60	— 293 m. 50
21. Calcaire jaunâtre	2 m. 20	— 295 m. 70
22. Marne grise	5 m. 50	— 301 m. 20
23. Calcaire gris blanchâtre tendre, à *Nummulites vascus* et *O. complanata*	14 m. 50	— 315 m. 70

Commentaires. — La couche marneuse supérieure, sans fossiles, placée entre une Mollasse à *Pecten Beudanti* et *Chlamys scabrellus* (attribuée à l'Aquitanien) et un Calcaire à Nummulites, pourrait être encore maintenue dans l'Oligocène. Elle représenterait dans ce cas le Chattien.

Le Stampien et le Sannoisien ont ensemble dans le forage une épaisseur de 49 mètres. Il est difficile de séparer les deux étages. Cependant les différentes couches présentent des caractères qui rappellent, comme un écho atténué, ceux des différents niveaux du *synclinal girondin.*

La couche 23, qui présente le même facies que le niveau sous-jacent à *N. incrassatus,* pourrait représenter le Sannoisien inférieur et moyen. La couche marneuse superposée correspondrait au niveau supérieur (Calcaire de Castillon).

Au-dessus, le Stampien comprendrait, comme à Bordeaux, une partie inférieure formée de dépôts grisâtres assez fins, et une partie supérieure constituée par des calcaires jaunâtres.

Ordre de superposition, puissance relative et facies permettent de classer les couches du forage d'Arcachon de la manière suivante :

Chattien		. . . . . c. 17		7 m. 50
Stampien	supérieur . .	c. 18 et 19 . .	16 m. 20	. . . . 29 m.
	inférieur. . .	c. 20 et 21 . .	12 m. 80	
Sannoisien	supérieur . .	c. 22	5 m. 50	. . . . 20 m.
	inf. et moy. .	c. 23	14 m. 50	

Andernos

Relevé des couches pendant le creusement en 1934 :

f. 71, Ecole de Plein Air :

Mollasse sableuse grise glauconieuse	Jusqu'à	— 197 m.
46. Calcaire blanc jaunâtre à Nummulites. . . .	1 m.	— 198 m.
47. Banc de grès quartzeux glauconieux, dur, fin	0 m. 40	— 198 m. 40
48. Calcaire à Nummulites	3 m.	— 201 m. 40
49. Grès verdâtre glauconieux	0 m. 40	— 201 m. 80
50. Calcaire gréseux verdâtre, glauconieux . . .	1 m. 20	— 203 m.

51. Calcaire jaunâtre à Nummulites	4 m.	— 207 m.
52 à 55. Grès verdâtre calcaire, sableux, glauconieux, fin	2 m. 60	— 209 m. 60
56. Calcaire verdâtre à Nummulites	3 m. 70	— 213 m. 30
57. Plaquette de grès très dur à quartz hyalin fin	0 m. 25	— 213 m. 55
58, 59. Calcaire quartzeux fin et grès verdâtre glauconieux	1 m. 65	— 215 m. 20
60. Calcaire tendre gris peu glauconieux	3 m.	— 218 m. 20
61. Grès calcaire tres dur, verdâtre, glauconieux, à quartz fin	0 m. 90	— 219 m. 10
62. Calcaire verdâtre à Nummulites	5 m. 64	— 224 m. 74
63. Calcaire gréseux bleuâtre très dur, fin, glauconieux	0 m. 80	— 225 m. 54
64. Calcaire tendre grisâtre, peu glauconieux, légèrement quartzeux	4 m. 71	— 230 m. 25
65. Calcaire gréseux, très dur, grisâtre, très peu glauconieux	1 m. 80	— 232 m. 05
66. Calcaire grisâtre plus grossier à Nummul.	0 m. 95	— 233 m.
67. Calcaire gréseux très dur, grisâtre, très peu glauconieux	1 m. 50	— 234 m. 50
68. Calcaire gris verdâtre, plus grossier, à Nummulites	3 m. 80	— 238 m. 30
69. Mollasse grise et grès calcaire	12 m. 70	— 251 m.

Le forage n'a pas été poussé plus loin. Il est probable cependant qu'il a dépassé la base de l'Oligocène.

Dans un forage voisin, à Taussat (1), la nappe jaillissante a été atteinte à — 233 mètres dans une mollasse grise renfermant *Nummulites vascus* et *Operculina complanata*. Avec les réserves qui s'imposent sur l'interprétation des couches, on peut conclure que l'Oligocène présente à Andernos sensiblement la même composition qu'à Arcachon. Entre les deux points on constate un abaissement d'ensemble de l'Oligocène de 70 mètres environ. Cette inclinaison correspond au pendage général des terrains tertiaires vers le Sud-Ouest.

En résumé, le caractère dominant de l'Oligocène en général, et du Stampien en particulier, de la région du Bassin d'Arcachon est sa faible puissance relative. Bien que cette région se

(1) On a trouvé à Taussat un débit puissant. Il est bien moindre à Andernos dans les trois forages qui ont recoupé les mêmes couches (f. 69, 70, 71). L'Oligocène du Bassin d'Arcachon ne renferme pas, au sens exact de l'expression, une nappe aquifère; il présente une circulation d'eau dans des niveaux calcaires ou sableux discontinus, séparés par des bancs de grès compact. Le débit augmente avec la profondeur car il s'alimente à un plus grand réseau aquifère. Exceptionnellement, comme à Taussat, une branche de ce réseau jouant le rôle de collecteur peut être traversée par un forage, ce qui explique l'importance du jaillissement obtenu.

trouve dans l'axe même du *synclinal girondin*, l'épaisseur des dépôts est à peine la moitié de celle qu'on trouve dans le *synclinal de Bordeaux*. Ce fait prouve que les déformations du *synclinal girondin* pendant l'Oligocène se sont produites selon un plan différent de celui des autres périodes.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

RÉSUMÉ

Sannoisien

SYNCLINAL DE PAUILLAC

Dans le *synclinal de Pauillac*, le Sannoisien forme une zone très constante qui joue un grand rôle dans le relief du sol. Constituée par des dépôts détritiques peu résistants et comprise entre deux masses calcaires, elle a été taillée par l'érosion en un talus continu qui forme les pentes de vallons encaissés et la bordure orientale des terrains oligocènes.

L'épaisseur moyenne de l'étage est d'une dizaine de mètres.

Le Sannoisien se divise en trois parties représentées par le *Calcaire à Anomies*, l'*Argile verte à concrétions* et un *niveau lacustre*. Nous ferons de ces trois divisions les zones XI, XII et XIII.

Sannoisien inférieur : zone XI.

Le *Calcaire à Anomies*, là où il a été conservé, constitue d'une manière très nette la limite inférieure de l'Oligocène. Partout ailleurs, cette limite est marquée par le caractère plus argileux des dépôts, la disparition brusque d'*Orbitolites complanatus* et de *Sismondia occitana* et la présence d'*Ostrea medulensis*.

Les affleurements à facies calcaire sont situés vers l'extérieur, près de l'ancien rivage. La faune de Mollusques qui s'y trouve réunit des espèces qui vivaient dans des fonds et des milieux différents. Des échantillons bien conservés, d'autres roulés, des *Echinolampas* encroûtés de Bryozoaires, des débris d'*Ostrea bersonensis* et des fragments de côte d'*Haliterium*, donnent à l'ensemble le caractère de laisses littorales.

Les espèces de Mollusques appartiennent principalement à la faune oligocène.

En s'éloignant du rivage le calcaire est remplacé par des marnes. Le passage d'un facies à l'autre peut s'observer dans les deux bassins d'érosion qui limitent la commune de Vertheuil de part et d'autre du *Calcaire du Meynieu.*

Le dépôt marneux, là où il représente tout le niveau, se sépare difficilement des marnes éocènes sous-jacentes et des marnes argileuses du Sannoisien moyen. Le fait se rencontre au Nord de la *zone anticlinale de Couquèques.*

La continuité de sédimentation dans cette région fait supposer que la transgression oligocène est venue du Nord-Ouest comme celle de l'Eocène supérieur.

Sannoisien moyen : zone XII.

Argiles à concrétions

L'élément le plus important et le plus constant de ce niveau est un dépôt argileux renfermant des concrétions et des Algues calcaires. Ce facies domine dans la région Cissac-Vertheuil-Saint-Germain-d'Esteuil. Dans le centre du *synclinal de Pauillac* et au Nord-Ouest de l'*axe anticlinal de Couquèques,* il est remplacé par des marnes argileuses blanchâtres, légèrement verdâtres, qui représentent des dépôts effectués sous des eaux plus profondes.

En quelques points rapprochés du rivage, à Vertheuil (Peyquem) et à Ordonnac (Fontane), des sables verdâtres micacés, rappelant le facies de la *Mollasse du Fronsadais,* signalent le voisinage d'embouchures de cours d'eau. Des dépôts d'estuaire s'observent encore à ce niveau à Artigues, à l'Ouest de Pauillac. Souvent les argiles verdâtres et les marnes blanchâtres du niveau moyen passent sans solution de continuité aux dépôts continentaux du niveau supérieur.

Sannoisien supérieur : zone XIII.

Calcaire et argile lacustres

Le niveau supérieur du Sannoisien est constitué, comme élément dominant, par une argile verte, compacte, à nodules calcaires. Il présente souvent, au sommet, un banc compact de calcaire gris, de texture sublithographique ou caverneux, ren-

fermant *Euchilus Duchasteli*, espèce caractéristique du *Calcaire lacustre de Castillon*.

En certains points, comme à Vertheuil, ce banc est accompagné d'un niveau marneux à Potamides trahissant des influences saumâtres. Le facies calcaire est bien caractérisé à Civrac, Prignac, Vertheuil et Saint-Sauveur. Dans les intervalles, le niveau supérieur est représenté par le facies argileux, ou paraît manquer, comme à Saint-Germain-d'Esteuil et Ordonnac. Il peut, dans ce cas, se confondre avec les argiles du niveau moyen ou avoir été enlevé par la transgression stampienne.

Pendant le dépôt du Sannoisien supérieur, la mer abandonnait le *synclinal de Pauillac* et se retirait à l'Ouest d'une ligne passant approximativement par Lesparre et Saint-Laurent.

A l'Est de cette ligne s'étendait une vaste région de lagunes où les influences saumâtres cédaient bientôt devant la généralisation d'un régime lacustre.

Anticlinal de Listrac-Blaye

Rive gauche

Dans la région du *bombement de Listrac* le Sannoisien possède la même composition que dans le *synclinal de Pauillac;* mais son épaisseur y est bien moindre.

Le niveau inférieur s'y trouve représenté par le *Calcaire à Anomies* (Lestage) ou des grès micacés, le niveau moyen par des argiles vertes à concrétions ou des marnes argileuses et le niveau supérieur par les facies « argile verte » (Fon-Réaux) ou « calcaire » à *Euchilus Duchasteli* (Arsac).

Cette similitude de composition des trois niveaux, dans les deux régions, prouve que cette partie du *Bassin girondin* était entraînée, dans son ensemble, passivement, sans intervention de l'activité des unités tectoniques locales.

Rive droite

Le Sannoisien ne peut pas être l'objet d'une étude complète sur la rive même de l'estuaire, car il a été généralement détruit par la transgression stampienne. Là où il a été conservé (Bois de Barbe, Roque-de-Tau), sa partie inférieure est constituée par des couches à Anomies, calcaires, gréseuses ou mollassiques.

La transgression sannoisienne s'est étendue vers l'Est, au Sud de l'*anticlinal de Blaye*.

Les sables gris micacés, mollassiques, représentent le niveau moyen, à Roque-de-Tau.

Le niveau supérieur se montre au Sud de Cars, au voisinage de l'*anticlinal de Blaye*, avec le facies qu'il possède sur l'autre rive dans la région de l'*anticlinal de Listrac*.

En résumé, le régime de sédimentation qui régnait dans le Médoc pendant le Sannoisien s'étendait largement sur la rive droite. Il est probable qu'il se développait, sans changements importants, vers le Sud-Est, dans la direction de Libourne et de Castillon en dépassant, au Nord, la limite du département [Fallot, 194].

La partie orientale du Médoc, à la fin du Sannoisien, faisait partie de cette vaste zone de lagunes et de lacs qui occupait toute la bordure nord du Bassin d'Aquitaine. Les calcaires lacustres de Civrac, Vertheuil, Cissac et Arsac, sont les derniers témoins, à l'Ouest, du niveau supérieur des calcaires lacustres qui se développaient largement vers l'Est, de Castillon à la région de Castres.

Synclinal de Bordeaux

Dans le *synclinal de Bordeaux*, le Sannoisien présente les mêmes phases de sédimentation qu'au Nord; mais son épaisseur augmente rapidement du Nord au Sud. Les nombres : 17,31 (Bourg), 30 (Bruges), 42 (Le Bouscat), 51 (Bordeaux Parc) et 86 (Cadillac), qui représentent la puissance de l'étage dans ces différents points, expriment la marche de cette progression.

Niveau inférieur

Le *Calcaire à Anomies* est généralement bien individualisé sous l'aspect d'un calcaire bleuâtre, pyriteux, plus ou moins mollassique. Ce facies a été retenu comme repère stratigraphique pour paralléliser les couches des sondages de Bourg à Libourne au Nord et de Bordeaux à Cadillac au Sud.

Dans le Bourgeais, le niveau inférieur est bien distinct et constitue le seul dépôt marin du Sannoisien. Les bancs à Anomies, placés entre les argiles panachées ludiennes et les argiles mollassiques sannoisiennes, avancent jusqu'à Libourne; ils représentent une phase transgressive de courte durée.

Dans le centre du *synclinal de Bordeaux* la sédimentation marine dure plus longtemps.

Niveau moyen

Ce niveau forme la masse du Sannoisien connue sous le nom de *Mollasse du Fronsadais.*

A l'Est de Bordeaux, ce sont des dépôts assez fins, d'origine fluviatile, constitués par les différentes combinaisons d'un sable gris micacé et d'une argile fine diversement colorée. Sables, mollasses allant jusqu'au grès dur, argiles sableuses ou marneuses et argiles compactes, constituent différents facies qui passent les uns aux autres à des distances très rapprochées.

Dans l'ensemble cependant le facies mollassique domine dans la partie orientale du bassin et vers le centre sur l'alignement Est-Ouest, Fronsac-Blanquefort.

A Bordeaux, la moitié inférieure du niveau moyen renferme des bancs calcaires noyés dans une marne sableuse grise et jaunâtre ou une argile bleuâtre. Ces derniers dépôts se rencontrent seuls dans la moitié supérieure, sans traces de fossiles marins.

Niveau supérieur

Les couches terminales du Sannoisien ne peuvent pas être séparées de celles du niveau moyen. Elles consistent généralement en une argile verdâtre plus ou moins sableuse, que sa position stratigraphique et son aspect font considérer comme l'équivalent de l'argile verte du Médoc, c'est-à-dire du *Calcaire lacustre de Castillon.*

En réalité ce dépôt appartient à la même phase de sédimentation que le niveau moyen; le facies calcaire lacustre n'a pas gagné la partie centrale du *synclinal girondin.*

La composition et la puissance relative du Sannoisien dans le centre du *synclinal de Bordeaux* sont mises en évidence par la comparaison des séries du Bouscat, de Bordeaux (f. 42) et de Cadillac représentées dans la figure 49.

L'accroissement rapide d'épaisseur de Bourg à Bordeaux et de Bordeaux à Cadillac et la prédominance progressive des dépôts continentaux prouvent que le bassin s'enfonçait plus rapidement au Sud qu'au Nord et que, partout, le comblement prenait de l'avance sur l'enfoncement.

Stampien : Le Calcaire à Astéries (zone XIV)

Le *Calcaire à Astéries* a été divisé stratigraphiquement en deux parties. De plus le niveau supérieur est constitué par des dépôts détritiques. Ces variations correspondent à des phases d'une même transgression : aussi réunissons-nous tous les dépôts du Stampien dans une même zone de l'échelle stratigraphique, la zone XIV.

Synclinal de Pauillac et Anticlinal de Listrac

Dans le Médoc, le *Calcaire à Astéries* représente une sédimentation calme sur le bord d'un bassin en voie d'enfoncement. Les dépôts finissent en biseau contre la bordure littorale formée par le Sannoisien relevé; leur épaisseur croît rapidement en s'éloignant de la ligne du rivage vers le Sud-Ouest pour atteindre une dizaine de mètres à une distance de quelques kilomètres du rivage.

Le facies littoral est caractérisé par un calcaire jaune renfermant une riche faune de Mollusques (Plautignan, Ordonnac).

Non loin du rivage on trouve un calcaire généralement jaunâtre, plus ou moins marneux et à faune plus pauvre.

Les couches visibles dans les affleurements appartiennent à la partie moyenne de l'étage. Le niveau supérieur a été enlevé par l'érosion quaternaire tandis que les couches inférieures manquent du fait que la transgression stampienne s'est étendue progressivement sur la bordure nord du Bassin.

Aucune distinction de niveaux ne peut être établie dans la succession des bancs calcaires. La faune est homogène de la base au sommet. Les espèces sont les mêmes que celles de l'étage précédent *(Calcaire à Anomies du Meynieu)*. Ce fait montre que les mêmes conditions de vie s'étaient maintenues sur un rivage voisin de la bordure littorale du début de l'Oligocène.

Les Nummulites n'ont pas envahi le *synclinal de Pauillac*, ce qui souligne la ressemblance entre le *Calcaire à Astéries* et les *Calcaires de Couquèques* et *de Saint-Estèphe*. Il s'agit toujours de dépôts littoraux présentant des facies semblables et renfermant des faunes caractérisées par l'association des mêmes genres.

Cette persistance des mêmes conditions de sédimentation s'accentue vers le Nord-Ouest, au delà de l'axe *anticlinal de Couquèques,* à l'Ouest de Civrac. Depuis le début de l'Eocène supérieur, on trouve là une succession de calcaires marneux, blancs, dans laquelle il est difficile de distinguer la part qui revient à chaque étage. Le *Calcaire à Astéries* termine ainsi une longue phase de sédimentation marine résultant de la stabilité relative de cette partie de la bordure du *synclinal girondin.*

Ce caractère a persisté après l'Oligocène; de Lesparre à Grayan les couches sont subhorizontales.

Dans l'ensemble, de Lesparre à Blanquefort le *Calcaire à Astéries* forme une table continue, inclinée au Sud-Ouest et présentant des ondulations transversales qui moulent exactement les déformations subies antérieurement par les terrains éocènes sous-jacents : *synclinal de Pauillac, anticlinal de Listrac-Blaye, zone anticlinale de Listrac-Bruges* et *synclinal du Bourgeais.*

Ces déformations, subies par le *Calcaire à Astéries* postérieurement à son dépôt, ont exercé une action directrice sur la constitution des bassins hydrographiques récents, la formation des affleurements, la composition des sols et, comme conséquence, sur la répartition des groupements humains.

Le Calcaire à Astéries, *par la grande étendue qu'il occupe et par le rôle qu'il joue dans la structure et le relief du sol, constitue la formation tertiaire la plus importante du Médoc.*

Synclinal de Bordeaux

La région du *synclinal de Bordeaux* permet une étude précise du Stampien dans la grande coupe naturelle de la falaise de la rive droite et dans des forages bien situés.

Les forages IV et VI, et la coupe V de la figure 49 montrent de grandes différences de composition entre des points peu éloignés. Les bancs calcaires plus ou moins compacts, qui composent et caractérisent en général la formation, sont souvent séparés par des marnes ou des argiles sableuses ayant, comme à Lormont, un grand développement.

On constate cependant que le tiers inférieur comprend souvent des couches plus tendres, formées de marnes et d'argiles sableuses grises ou bleuâtres. Au-dessus, viennent des bancs épais d'un calcaire blanc jaunâtre qui représente le facies

ordinaire de l'étage. Entre les deux sortes de dépôts, on trouve, à Cenon et à Lormont, une argile ligniteuse qui indique des influences continentales.

On peut supposer, d'après ces faits, que *la transgression stampienne s'est faite en deux étapes séparées par une légère régression. Ce n'est que dans la seconde phase qu'elle a atteint sa plus grande extension dans le Médoc.*

A ce moment la mer du *Calcaire à Astéries* possédait une sédimentation sensiblement uniforme dans tout le *synclinal girondin.*

La transgression stampienne ne semble pas avoir recouvert au Nord l'*anticlinal de Blaye.* Par contre elle s'étendait largement vers l'Est en dépassant les limites du département et en déposant des sédiments de plus en plus détritiques, marins d'abord, puis continentaux, connus sous le nom de *Mollasse de l'Agenais.*

Les niveaux marneux, argileux et sableux qu'on observe à Bordeaux représentent des phases d'extension du régime de sédimentation détritique de la Mollasse. Ces phases peuvent correspondre à une recrudescence d'activité des cours d'eau qui débouchaient dans le grand golfe stampien ou bien à un ralentissement du mouvement d'abaissement du synclinal.

Les assises terminales du *Calcaire à Astéries,* à Lormont (Linder) et au Haillan (M. Balland), indiquent un important mouvement de régression qui annonce ou représente une émersion générale du bassin.

De même qu'à la fin du Sannoisien on a vu les lagunes et les lacs de l'Aquitaine orientale s'étendre sur la bordure nord de la Gironde, de même on voit, au Chattien, les grands lacs de l'Agenais gagner vers l'Ouest dans le centre du synclinal et dépasser Bordeaux. Les derniers témoins de leurs dépôts, dans cette direction, s'observent au Moulin de Bernachon dans le vallon de Saucats.

RÉSULTATS

Les déformations du synclinal girondin pendant l'Oligocène

La puissance et la position de l'Oligocène dans le *synclinal girondin* sont résumées dans le tableau suivant :

RÉGIONS	ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS			POSITION DE LA BASE DU STAMPIEN
	SANNOISIEN	STAMPIEN	TOTAL	
SYNCLINAL DE PAUILLAC				
ZONE ANTICLINALE DE COUQUÈQUES				
Prignac (c. IV, fig. 45)	7m	2m	9m	+ 10m
Butte de Bel-Air-Civrac	6m	2m	8m	+ 20m
La Cardonne (c. III, fig. 45)	8m 50	4m	12m 50	+ 22m
Butte d'Ordonnac (c. II, IV, fig. 45)	10m	4m	14m	+ 20m
Butte de Plautignan (c. I, IV, fig. 45)	5m 50	2m	7m 50	+ 18m
CENTRE DU SYNCLINAL				
Vertheuil (c. I, fig. 45)	12m	8m	20m	+ 20m
Cissac (bourg)	12m	10m	22m	+ 12m
Saint-Sauveur	12m	12m	24m	+ 15m
Saint-Laurent	(12m) (1)	20m	32m	— 5m
ANTICLINAL LISTRAC-BLAYE				
Listrac (bourg)	6m	4m	10m	+ 38m
Listrac (Fon-Réaux)	10m	5m	15m	+ 30m
Avensan (bourg)	8m	10m	18m	+ 22m
Castelnau	(12m)	12m	24m	+ 12m
SYNCLINAL DE BORDEAUX				
BORDURE NORD				
Blanquefort-Bruges	30m	30m	60m	+ 18 à + 12
Bourg-Saint-André	18m 50	30m	48m 50	+ 11 à + 29
CENTRE				
Bordeaux : rive droite	44m	48m	92m	+ 6m à 0m
Bordeaux : rive gauche, f. 44	— 52m	50m	102m	— 36m 60
Bordeaux : rive gauche, f. 42	50m	52m	102m	— 33m 27
Talence, f. 92	(60m)	(60m)	120m	— 48m 50
SUD-EST				
Portets	83m	(80m)	163m	— 15m
Rions	86m	(82m)	168m	— 12m
Cadillac	86m	(86m)	172m	— 17m
Landiras	?	20m	20m	+ 30m
Château Vigneau	4m	80m	84m	— 30m
Agen	35m	334m	369m	— 210m
OUEST				
Arcachon, f. 56	20m	21m 50	41m 50	— 293m 50

(1) Les nombres entre parenthèses sont approximatifs : ils sont inférés d'après des coupes, des forages ou des affleurements voisins.

L'épaisseur des sédiments, mesurant sensiblement pour chaque point l'importance des phénomènes de subsidence, les variations de ces phénomènes peuvent être représentées dans une coupe générale traversant le *synclinal girondin.*

La coupe I de la figure 50 descend d'abord obliquement le flanc sud-ouest de l'*anticlinal des Charentes,* puis elle coupe, normalement à leur axe, le *synclinal de Saint-Laurent-Pauillac,* l'*anticlinal de Listrac* et le *synclinal de Bordeaux.* A partir de Bordeaux, prolongée vers le Sud-Est, elle atteindrait Landiras. Les bases du Sannoisien et du Stampien y occuperaient sensiblement les positions *s* et *c.*

Avec une déviation de quelques degrés à l'Est, la coupe passerait par le forage du Château Vigneau. On verrait alors la base des deux étages oligocènes occuper les positions *s'* et *c'.* Enfin, une déviation de 13° vers l'Est suivrait la vallée de la Garonne en passant par Portets, Rions et Cadillac. Nous avons retenu cette direction, car elle correspond à la déviation de l'axe du *synclinal girondin* sous l'influence de l'*anticlinal de Villagrains-Landiras.*

La coupe Lesparre-Bordeaux-Cadillac fait ressortir la signification et les caractères des phénomènes de subsidence dont le *synclinal girondin* a été le siège pendant l'Oligocène. Trois de ces caractères sont particulièrement nets :

1° Le *synclinal girondin* ne se comporte pas, ainsi qu'il l'avait fait pendant l'Eocène moyen et supérieur, comme une unité tectonique indépendante : *il constitue seulement la bordure nord-ouest d'un nouveau bassin synclinal beaucoup plus étendu dont le centre se trouve vers le Sud-Est dans la direction d'Agen.*

2° *Le* synclinal girondin *n'est pas entraîné passivement par l'affaissement de la partie centrale du Bassin d'Aquitaine : les unités tectoniques qui le composent continuent, par leur activité, l'évolution du système tectonique qui s'était formé pendant l'Eocène.*

Les *anticlinaux de Listrac* et *de Landiras* (1) forment des

(1) C'est la première fois depuis l'Eocène inférieur que l'*anticlinal de Villagrains-Landiras* se trouve recouvert par les eaux. Les axes anticlinaux crétacés situés plus au Sud subissent le même abaissement.

Dans l'*anticlinal crétacé de Roquefort* (V), d'après Tournouer [303] le Calcaire à *Num. intermedius* est posé sur l'Eocène inférieur à *Alveolina oblonga, N. Ramondi (globulus), N. Guettardi, N. Leymeriei (Ass. Leymeriei).*

L'*axe anticlinal d'Audignon-Louer* (IV) est recouvert dans la zone d'en-

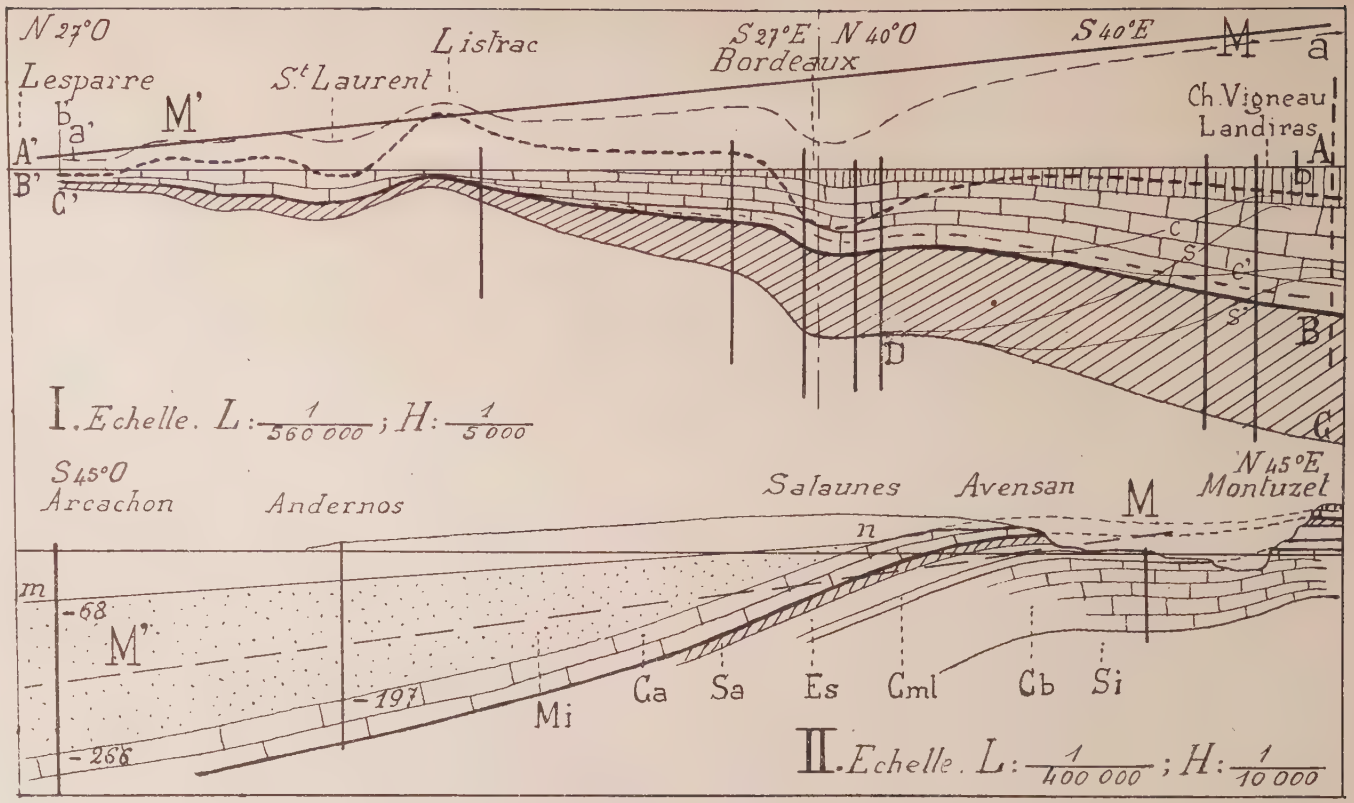


FIG. 50. — Les déformations du synclinal girondin, pendant et après l'Oligocène.
I. Coupe Lesparre-Bordeaux-Cadillac (A Bordeaux, changement de direction de 13° à l'Est).
II. Coupe Plassac-Arcachon (Angle de 72° avec la précédente).

Si : Sables inférieurs. — Cb : Calcaire de Blaye. — Cml : Couches marines et lacustres de Plassac. - Es : Eocène supérieur. — Sa : Sannoisien. — Ca : Calcaire à Astéries. — Mi : Miocène. (Explications dans le texte.)

zones de résistance à l'enfoncement. Les zones anticlinales secondaires, *bombements de Bégadan, Couquèques, Saint-Sauveur* et *Listrac-Bruges-La Bastide,* ont le même comportement.

Les zones synclinales *de Pauillac-Saint-Laurent* et *de Bordeaux* suivent, en l'accentuant, l'affaissement du bassin.

3° *Pendant l'Eocène moyen et supérieur on avait vu le* synclinal de Pauillac *se stabiliser et manifester une rigidité de plus en plus grande. Ce caractère persiste et s'accentue encore pendant l'Oligocène.*

Les variations des phénomènes de subsidence résultent par conséquent en partie de l'évolution du système tectonique propre au synclinal girondin.

On peut encore définir l'importance relative de ces phénomènes en leur donnant une valeur numérique.

Si on prend pour unité l'affaissement minimum des zones anticlinales, l'importance de la subsidence dans les différentes parties du *Bassin girondin* est représentée par les nombres suivants :

	ÉPAISSEUR MOYENNE	RAPPORT
Zone anticlinale de Couquèques	10 mètres.	1
Zone anticlinale de Listrac	10 mètres.	1
Zone anticlinale de Landiras	20 mètres.	2
Flanc sud de la *zone anticlinale de Couquèques*	20 mètres.	2
Flanc sud de la *zone anticlin. de Listrac.*	25 mètres.	2,5
Synclinal de Pauillac-Saint-Laurent	30 mètres.	3
Synclinal de Bordeaux, bordure nord ..	50 mètres.	5
Synclinal de Bordeaux, centre rive droite.	90 mètres.	9
Synclinal de Bordeaux, cent. rive gauche.	110 mètres.	11
Synclinal de Bordeaux, Sud-Est : Cadillac	170 mètres.	17
Agen	370 mètres.	37
Arcachon	40 mètres.	4

noyage de Lahosse-Lourquen et dans sa partie occidentale. Le Calcaire à *Natica Crassatina* de Lahosse vient s'appuyer contre les couches du Lutétien moyen. Près de Louer, les grès calcaires à *N. intermedius* surmontent des couches de l'Eocène moyen à *N. irregularis* et *Ass. granulosa* (d'après Tournouer).

Plus au Sud, les dépôts stampiens recouvrent des terrains qui appartiennent à des niveaux de l'Eocène de plus en plus élevés.

Ces faits prouvent que toute l'Aquitaine occidentale a été entraînée dans un même mouvement d'abaissement et que les phénomènes de transgression ont présenté partout les mêmes caractères.

Les déformations du synclinal girondin après le Stampien

La position occupée actuellement par les terrains oligocènes dans le *synclinal girondin,* représentée dans les deux coupes générales de la figure 50, montre que ces terrains ont été affectés de déformations importantes postérieures à leur dépôt.

Coupe I : Lesparre, Bordeaux, Cadillac

Le passage du Stampien de la position *AA'-BB'* à la position *aa'-bb',* est dû à deux sortes de mouvements.

Le premier consiste en une élévation d'ensemble du Bassin d'Aquitaine du NO au SE selon le plan M'M. Le second, plus complexe et propre au *synclinal girondin,* consiste dans des déformations dues à l'activité des unités tectoniques locales.

En définitive, tout se passe comme si l'élévation du bassin se trouvait retardée dans les zones synclinales et accélérée dans les zones anticlinales.

Les variations de l'élévation absolue du Stampien expriment le résultat de ces mouvements, soit :

Bordeaux : zone synclinale	20 mètres.
Bordeaux : zone anticlinale	50 mètres.
Saint-Laurent : zone synclinale	15 mètres.
Listrac : zone anticlinale.....	35 mètres.

Ces différents faits prouvent que les déformations du sol post-stampiennes représentent une nouvelle phase de la formation des différentes unités tectoniques du *synclinal girondin.*

Coupe II : Plassac-Arcachon

Le Stampien s'est trouvé abaissé vers le SO et relevé vers le NE, selon le plan MM'. *Ce mouvement d'ensemble a été également accompagné de déformations consistant dans une surélévation de la* zone anticlinale Listrac-Bruges (A^1 A^1, fig. 7) *et un affaissement de la partie occidentale du* synclinal de Bordeaux.

On pourrait penser que ces différents mouvements du sol sont contemporains de la phase de régression qui suit immédiatement le Stampien.

Mais la position occupée actuellement par la surface de l'Helvétien m n *montre que le relèvement de la zone anticlinale d'Avensan et l'affaissement de la zone synclinale d'Arcachon sont dus à des mouvements qui sont, au moins pour partie, post-miocènes.*

Il serait par conséquent inexact de parler de mouvements du sol « d'âge post-stampien ». Il faut au contraire admettre que les mouvements du sol qui ont conduit le Stampien à la position qu'il occupe actuellement ont commencé après le Stampien, se sont poursuivis pendant le Miocène et ont continué après cette période.

Ce sont ces mouvements miocènes et post-miocènes qui restent à définir.

LA FAUNE

La faune des terrains oligocènes (1) de la Gironde fut d'abord étudiée par Dufrénoy, Desmoulins, Delbos, Raulin, Matheron, Tournouer et Linder.

Benoist réunit une collection et fit un premier recensement des espèces connues. La liste des espèces de l'Oligocène du Médoc est annexée à la « Description ... des communes de Saint-Estèphe et de Vertheuil » (34).

Un second recensement fut fait en 1894 par Em. Fallot. Les listes données par l'auteur comprennent les espèces de la collection Benoist (Muséum de Bordeaux) et d'autres provenant de ses propres découvertes (coll. Labor. Géol. Fac. des Sciences de Bordeaux).

Il n'y a eu par la suite que des révisions partielles. Les restes des Vertébrés, réunis par Delfortrie, se trouvent au Muséum de Bordeaux. Déjà, en 1894, Em. Fallot indiquait qu'il convenait de faire de sérieuses réserves sur les déterminations adoptées par les anciens auteurs.

Les Crustacés ont été vus pour la dernière fois par Milne Edwards. Em. Fallot, dans sa note de 1894, se borne à en donner la liste d'après cet auteur.

Les Mollusques, pour la partie qui concerne les Pélécypodes, ont été revus par Cossmann en 1921 [114]. Les matériaux d'étude lui furent fournis par les collections de Tournouer, Degrange-Touzin, de Sacy et principalement par la belle collection de M. Neuville. La collection Benoist ne semble pas avoir été utilisée, de sorte que

(1) En parlant de la faune oligocène nous ne retiendrons, comme les auteurs girondins, que les espèces du Sannoisien et du Stampien.

certaines espèces de cette collection ne sont pas comprises dans la révision de Cossmann.

Les Gastropodes n'ont pas encore fait l'objet d'une étude critique.

Aux Echinides s'attachent les noms de Tournouer [301] et de M. Lambert [231].

Une étude critique de la faune des Foraminifères de l'Oligocène de la Gironde n'a pas été faite depuis Benoist et Em. Fallot [194]. Des travaux récents, comme ceux de H. Douvillé et de MM. Balland [24] et Viennot, ont cependant apporté une contribution à sa connaissance.

En résumé, la faune de l'Oligocène de la Gironde, malgré les nombreux matériaux qui ont été accumulés par les différents auteurs qui l'ont étudiée pendant un siècle, est loin d'être bien connue. Un recensement général exigerait au préalable une révision consistant dans une étude critique des différents groupes.

Mais le recensement général de la faune d'une période géologique n'est pas dans le présent mémoire un objet propre d'étude. Pour nous, la place de la paléontologie est fonction des recherches stratigraphiques. Pour l'Eocène, en dehors des espèces originales caractéristiques de certains niveaux, nous avons seulement retenu et étudié la faune commune à plusieurs bassins parce que seule elle est capable de mettre en relief certains parallélismes.

Nous adopterons la même méthode pour la faune de l'Oligocène. Etant donné l'inégale valeur des matériaux d'étude nous nous bornerons aux groupes les mieux connus, Mollusques, Echinides et Foraminifères.

MOLLUSQUES

La faune de Mollusques de l'Oligocène de la Gironde, actuellement connue, comprend 163 espèces, parmi lesquelles 83 se retrouvent dans les Landes et 43 dans le Nord du Médoc.

Bien que ces nombres établissent déjà un rapprochement étroit entre les faunes de ces différentes régions, il est certain qu'une connaissance plus complète des faunes ferait ressortir une plus grande similitude.

La liste des espèces que nous donnons comprend seulement les espèces communes à la Gironde et à l'Aquitaine occidentale.

Les espèces qui ont fait l'objet d'une révision de Cossmann sont accompagnées de la référence de cet auteur. Les autres espèces ont été tirées des collections existantes (Muséum de

Bordeaux, Faculté des Sciences de Bordeaux et collection de M. Neuville).

Liste des espèces communes à la Gironde et aux Landes (1).

PÉLÉCYPODES

Espèces décrites par Benoist et citées par Cossmann

* *Clavagella cenonensis* Benoist.
Gastrochœna Dufrenoyi Benoist.
Teredo (Cyphus) primigenia Benoist
Corbula Grateloupi Benoist.
* *Grassatella pseudotumida* Benoist.

Espèces citées par Benoist [34] et Em. Fallot [194] et revues par Cossmann [114]

Pholadomya Puschi Goldf.	Cossm.	P. 17, pl. 1, fig. 24-28.
Pholadomya Puschi Goldf.	Fallot, p. 25.	
Corbula (Agina) subpisum d'Orb.		25, I, 81-82.
Corbula subpisum d'Orb.	Fallot, p. 32.	
Chione (Omphaloclatrum) Aglauræ Brong.		47, III, 18.
Venus Aglauræ Brong.	Benoist, p. 306.	
* *Chione (Ventricoloidea) precursor* Mayer		48, III, 13-16.
Venus precursor Mayer.	Fallot, p. 32.	
* *Cyprimeria Paretoi* Mayer		51, III, 24-30.
Cytherea Paretoi Mayer.	Benoist, p. 306.	
Callista Sismondai Mayer		57, III, 53-60.
Cytherea Sismondai Mayer.	Fallot, p. 31.	
Cordiopsis cf. incrassata Sow.	Cossm. [115].	393, XVII, XVIII.
Lucina incrassata Dub.	Benoist, p. 306.	
* *Miltha (Pseudomiltha) Raulini* Cossm.		92, V, 43-44.
Lucina Delbosi Heb.	Benoist, p. 308.	
* *Lœvicardium (Discors) Comatulum* Tourn.		78, V, 3-6.
Cardium aquitanicum Mayer.	Benoist, p. 307.	
* *Venericardia (Cardiocardita) Basteroti* Cossm.		121, VII, 9-13.
Cardita Basteroti Desh.	Benoist, p. 308.	
* *Pectunculus lugensis* Fusch.		133, VII, 52-56.
Pectunculus augusticostatus Lmk.	Benoist, p. 308.	
Modiolaria (Semimodiola) gaasensis Mayer		156, IX, 10-12.
Lithodomus gaasensis Mayer.	Benoist, p. 320.	
Peplum Billaudeli Desm.		168, X, 13-16.
Janira Billaudeli Math.	Benoist, p. 321.	
Pecten Billaudeli Math.	Fallot, p. 34.	
Lima Garansiana Mayer		184 (*fide* Mayer).
Lima Garansiana Mayer.	Benoist, p. 321.	
Ostrea cyathula Lmk.		200, XI, 40-45.
Ostrea cyathula var. *girondica* Fallot.	Fallot, p. 13.	

(1) Les espèces marquées d'une astérisque se trouvent déjà dans le *Calcaire à Anomies* du Meynieu.

Espèces citées ou décrites pour la première fois par Cossmann [114]

Corbula (Agina) deleta race *semilœvis* Cossm. ... P. 26, pl. I, fig. 77-80.
Corbulomya (Lintidium) Nesti Desm. ..... 27, I, 87-95.
Ervilia Oligocœnica Cossm. ..... 34, II, 15-18.
Tellina (Mœrella) Raouli Mayer. ..... 38, II, 28-31.
Cordiopsis Verneuili d'Arch. ..... 54, III, 41.
Callista lesbarritzensis Cossm. ..... 56, III, 49-52.
Meretrix (Pitaria) antearata Cossm. ..... 60, III, 61-64.
Meretrix (Tivelina) gaasensis Cossm. ..... 61, III, 80-82, IV, 2.
Circe (Gouldia) Neuvillei Cossm. ..... 64, III, 65-68.
Miocardia sarcignanensis Cossm. ..... 64, IV, 16-19.
Cardium (Loxocardium) Lamberti Cossm. ..... 74, IV, 37-40.
Cardium (Plagiocardium) Touzini Cossm. ..... 75, IV, 42-47.
Lithocardium carinatum Brong. ..... 82, IV, 58.
Phacoides (Parvilucina) Chionoides Cossm. ..... 103, VI, 22-23, 28-31.
Codokia (Jagonia) valderadiata Cossm. ..... 106, VI, 47-50.
Loripes (Microloripes) cauderanensis Cossm. ..... 107, VI, 55-58.
Lutetia Peyroti Cossm. ..... 115, VI, 79-82.
Crassatella (Crassinella) Sacyi Cossm. ..... 118, VI, 97-100.
Cardita proteiformis Cossm. ..... 119, VI, 101-104, VII.
Cardita (Glans) oligocœnica Cossm. ..... 120, VII, 14-17.
Carditopsis clara von Koenen. ..... 127, VII, 47-49.
Nucula Rozieri Cossm. ..... 130, VIII, 5-15.
Fossularca Tournoueri Cossm. ..... 148, VIII, 99-101.
Modiolaria (Semimodiola) gaasensis Cossm. ..... 152, IX, 18-19.
Pteria entomotis Cossm. ..... 158, IX, 31-34.
Chlamys Meissonieri Mayer ..... 171, XI, 4-7.
Chlamys (Æquipecten) dexterogibbosa Sacco ..... 176, XI, 11-14 et 20.
Chlamys (Æquipecten) Boucheri Dollfus ..... 179, X, 28-30.
Spondilus cf. cisalpinus Brong. ..... 188, XI, 38-39.
Spondilus tenuissima Sand. ..... 189, XIV, 10-11.
Anomia oligocœnica Cossm. ..... 216, XV, 19-20.

GASTROPODES

Espèces citées par Benoist et Em. Fallot et dont les échantillons se trouvent dans les collections de la Gironde

* *Delphinula scobina* Grat.
Delphinula hellica d'Orb.
* *Turbo Parkinsoni* Bast.
Turbo Anthonii Grat.
Turbo multicarinatus Grat.
* *Trochus submonilifer* d'Orb.
* *Trochus labarum* Bast.
Trochus elegantissimus d'Orb.
Trochus cenonensis Benoist.
Ampullina crassatina Desh.
Ampullina angustata Bast.
Natica retusa May.
Bayania semidecussata Lmk.
* *Cerithium Charpentieri* Bast.
* *Cerithium bidentatum* Grat.
* *Cerithium plicatum* Brugg.

Cerithium terebellum Grat.
Cerithium subangulosum d'Orb.
Cerithium calculosum Bast.
Cerithium sublamellosum d'Orb.
Cerithium pullum Mayer.
Cerithium rissoinoides Mayer.
Cerithium cf. subtrochleare d'Orb.
* *Diastoma Grateloupi* d'Orb.
Turritella strangulata d'Orb.
Pollia Bellardii Benoist.
Cypræa splendens Grat.
Drilla crassinoda Desm.
Cynodonta subpugillaris d'Orb.
Volutilites subambigua d'Orb.
* *Conus Grateloupi* d'Orb.
Deshayesia neritoides d'Orb.
Semifusus æqualis Mich.

Commentaire. — La distribution verticale des espèces ne permet pas de distinguer des niveaux différents. Les espèces caractéristiques apparaissent déjà, au début de l'Oligocène, dans le *Calcaire à Anomies* du Meynieu et persistent jusqu'au sommet du *Calcaire à Astéries,* certaines passent même dans l'Aquitanien.

Benoist [38] et Em. Fallot [194] ont tenté des rapprochements de certaines couches de la Gironde avec les gisements des Landes. Les résultats obtenus sont des plus précaires, car les éléments de comparaison, dans les deux régions, n'ont pas été préalablement bien définis.

D'après Em. Fallot, par exemple, le niveau de Terre-Nègre appartiendrait « plutôt aux couches inférieures du *Calcaire à Astéries* ». Nous avons montré qu'il appartient au contraire au niveau supérieur.

Les Mollusques, ainsi que nous l'avons vu pour l'Eocène, sont de « mauvais fossiles »; ils caractérisent des facies et non de véritables niveaux stratigraphiques.

ÉCHINIDES

Sannoisien

Le Sannoisien ne renferme en propre qu'une espèce d'Echinolampas : *Ech. Touzini.* Cette espèce, bien que voisine d'*Ech. Blainvillei,* s'en distingue toujours par son apex plus excentrique en avant, ses bords moins renflés et son floscelle plus marqué. C'est une forme spéciale au *Calcaire à Anomies* du Meynieu.

Stampien

Tournouer [301] fit, le premier, un recensement complet des Echinides du *Calcaire à Astéries;* il reconnut, dans le Bordelais, 21 espèces différentes. Mais 5 furent par la suite considérées

comme étrangères à cette région. M. Lambert, dans sa *Révision* (1915), établit une liste de 17 espèces.

En réalité le nombre d'espèces authentiques (1) est de 11 parmi lesquelles 3 sont caractéristiques et nettement dominantes. Ce sont :

1. *Fibularia piriformis* Agassiz 1840.
2. *Scutella Agassizi* Oppenheim 1902.
3. *Echinolampas Blainvillei* Agassiz 1847.

Les 8 autres sont plus rares et plus localisées. Ce sont :

4. *Cœlopleurus Arnaudi* Cott. 1883.
5. *Amphiope Agassizi* Desmoulins 1864.
6. *Nucleopygus Delfortrieri* Cott. 1870.
7. *Linthia burdigalensis* Tournouer 1870.
8. *Schizaster Arnaudi* Tournouer 1870.
9. *Anisaster Sowerbiei* Cott. 1870.
10. *Brissus dilatatus* Desor 1847.
11. *Brissoides ornatus* Defrance 1827 (d'après M. Castex).

Parmi ces 11 espèces girondines, 6 se retrouvent dans les Landes (1, 2, 3, 8, 10, 11) et 2 à Biarritz (3, 11), tandis que d'après M. Castex, 7 espèces de l'Oligocène des Landes se retrouvent à Biarritz.

Les échanges étaient donc assez nombreux entre régions voisines (Gironde-Landes, Landes-Biarritz), mais restaient limités entre régions éloignées (Gironde-Biarritz). Cette répartition, qui représente les mêmes caractères que celle de l'Eocène, montre bien la tendance chez les Echinides à la localisation des espèces.

Toutefois, tandis que la faune de l'Eocène moyen de Blaye ne dépassait pas Pédelail où elle avait 25 % de ses représentants, celle du Calcaire à Astéries *gagne toute la région des Landes dans la proportion de 55 %. Pendant l'Oligocène les échanges entre régions voisines étaient donc bien plus faciles.*

---

(1) M. Castex a montré que *Brissoides Tournoueri* Cott., 1870, et *Br. Jouanneti* Cott., 1871, doivent être ramenés à une espèce unique *Br. ornatus* décrite par Defrance en 1837.

Les trois espèces *Fibularia Desmoulinsi* Lamb., 1915, *Tournoueraster decemfissus* Desm., 1837, et *Linthia Banoni* Tournouer, 1870, connues seulement par un seul exemplaire mal défini et sommairement décrit, ne peuvent être maintenues.

Enfin, *Echinolampas Delbosi* Cott., 1863 (un exemplaire de Sarcignan) et *Ech. Labriei* Lamb., 1915 (un exemplaire) doivent être considérés comme des formes extrêmes d'*Ech. Blainvillei*. Les *Echinolampas* éocènes ont montré que les limites des variations individuelles sont très étendues.

FORAMINIFÈRES

Trois couples de Nummulites ont vécu dans les mers oligocènes de la Gironde : *N. intermedius* D'ARCHIAC - *Fichteli* MICH. (Caudéran, Bordeaux, Cenon, Villenave-d'Ornon, Saint-Médard-en-Jalles), *N. Vascus* JOLY et LEYM. - *Boucheri* DE LA HARPE (Caudéran, Bordeaux, Cenon, Arcachon), *N. Bouillei - Tournoueri* DE LA HARPE (Cenon, Arcachon).

BENOIST en 1888 [38] et Em. FALLOT en 1894 [194] tentèrent de déterminer des niveaux, dans le Stampien de la Gironde, d'après la répartition de ces Nummulites.

En réalité, les trois couples de Nummulites ont envahi le *synclinal girondin* dès le début de l'Oligocène et se sont avancés vers l'Ouest plus ou moins loin selon la profondeur des eaux et la nature de la sédimentation.

A Arcachon *N. Vascus* sert à marquer les limites inférieure et supérieure de la période. Au Stampien, les trois couples gagnent le *synclinal de Bordeaux*, où on les trouve dans différents niveaux. *N. intermedius*, espèce littorale, se rencontre à la base du niveau inférieur à Cenon et dans la partie supérieure du niveau supérieur à Terre-Nègre et à Sarcignan. Au Nord, l'espèce ne semble pas avoir dépassé Saint-Médard-en-Jalles. Vers l'Est, au contraire, elle s'est avancée jusqu'à Casteljaloux (BLAYAC).

Les Nummulites n'ont pas envahi les facies littoraux du Médoc. Ce caractère rapproche le Calcaire à Astéries *de cette région des* Calcaires de Saint-Estèphe, de Blaye *et* de Couquèques.

En résumé, les trois couples de Nummulites du synclinal girondin *font partie de la faune générale de l'Oligocène du Sud-Ouest. Ils restent limités au centre du* synclinal girondin *et ne peuvent servir à distinguer des niveaux particuliers.*

CONCLUSION

Les faunes de Mollusques, d'Echinides et de Foraminifères présentent deux caractères communs :

1° Elles possèdent une répartition géographique étendue et sont en grande partie communes à l'Oligocène du Sud-Ouest.

2° Elles ont une longue durée et ne manifestent pas de modifications pendant toute la période qui va du début du Sannoisien à la fin du Stampien. Cette répartition des faunes est le résultat de l'existence des mêmes conditions de vie, ce

qui veut dire que tout le bassin était entraîné dans un même mouvement. De même leur persistance signifie que, dans ce mouvement, les phénomènes d'enfoncement et de comblement sont restés sensiblement du même ordre d'importance pendant toute la durée de la période.

Pour que ce double résultat ait été obtenu il a fallu que l'activité orogénique qui, pendant l'Eocène, provoquait en Aquitaine la formation de bassins relativement indépendants, n'ait joué qu'un faible rôle pendant l'Oligocène.

L'étude stratigraphique de l'Oligocène de la Gironde avait conduit à la même conclusion.

COMPOSITION DE L'OLIGOCÈNE DANS LE MÉDOC ET LE DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE

Dans le Médoc les terrains oligocènes forment deux groupes nettement distincts. Le groupe inférieur comprend trois zones qui correspondent respectivement à une transgression *(Calcaire à Anomies)*, à une régression lente *(Marnes à Anomies* et *Argiles à concrétions)* et à une émersion *(Calcaire lacustre de Civrac, Vertheuil, Saint-Sauveur, Arsac)*. Nous avons fait des dépôts de ces trois périodes les zones XI, XII, XIII et l'étage Sannoisien.

Le groupe supérieur est plus homogène : il représente une transgression générale très étendue et est constitué par une puissante formation marine connue sous le nom de *Calcaire à Astéries*.

Bien que dans la partie centrale et orientale du département on puisse distinguer deux phases de transgression, on peut considérer que cette oscillation ne modifie pas les caractères généraux des mouvements du sol. Le *Calcaire à Astéries* ne correspond par conséquent qu'à une seule zone (zone XIV). Tous les auteurs admettent qu'il représente le Stampien.

Cet accord cesse quand il s'agit de définir la limite supérieure de l'Oligocène. C'est ici que se pose le double problème du Chattien et de l'Aquitanien.

Le Chattien est-il représenté dans la partie occidentale de la

Gironde ? S'il existe, faut-il le comprendre dans l'Oligocène ou le rattacher à l'Aquitanien ? Faut-il en outre considérer ce dernier étage comme le dernier terme de l'Oligocène ou comme représentant le Miocène inférieur ?

Telles sont les questions qui restent à examiner.

La question du Chattien

Tous les auteurs qui ont étudié l'Oligocène de la Gironde ont fait connaître l'existence de dépôts détritiques variés qui se placent entre le *Calcaire à Astéries* et les dépôts marins de l'Aquitanien.

« Les argiles qui couronnent le *Calcaire à Astéries,* écrit Tournouer [300], ne manquent nulle part et nous croyons qu'il faut les réunir au *Calcaire à Astéries* dont elles ne semblent pas indépendantes stratigraphiquement. »

Linder [245], en 1869, signale seulement l'existence de ces argiles dans la région du Haillan sans préciser leur attribution.

En 1880, Degrange-Touzin [126] cite également les mêmes couches dans la région de Saint-Médard-Le Haillan en les séparant du *Calcaire à Astéries.* M. Balland [24], en 1936, les décrit et précise leur position stratigraphique.

Il montre que les argiles blanches superposées au *Calcaire à Astéries* forment un niveau très constant et nettement défini. Au Haillan, écrit-il, ... « les argiles sans traces de fossiles, épaisses de plusieurs mètres..., supportent, vers Sainte-Christine, des marnes blanches et bleues à nodules calcaires dont l'épaisseur atteint également plusieurs mètres ».

Au-dessus, l'Aquitanien commence par un grès grossier à Miogypsines de facies transgressif.

M. Balland rapporte les argiles et les marnes de Sainte-Christine au Chattien pour deux raisons :

1° Ce dépôt occupe la même position stratigraphique entre le *Calcaire à Astéries* et l'Aquitanien marin, et présente le même facies que les *Marnes de Bernachon* (1) (La Brède, vallon de Saucats) qui ont été attribuées au Chattien par tous

(1) « Argiles renfermant de nombreuses concrétions calcaires auxquelles succèdent des alternances d'argiles et de marnes généralement gris blanchâtres dans lesquelles toute trace de fossiles caractéristiques du *Calcaire à Astéries* a disparu. » (Linder [245].)

« Cette assise est à l'état de marne blanchâtre et de calcaire blanc grisâtre avec *Planorbis* et *Limnea,* dans le lit du ruisseau au Moulin de Bernachon. » (Benoist [38].)

les auteurs (couche 1 de Tournouer [300], couche 11 de Linder [245]).

2° Le second argument est tiré de la position altimétrique que les argiles du Haillan occupent par rapport au *Calcaire à Astéries* de la rive gauche de la Jalle. Ces argiles sont en effet à un niveau inférieur de plusieurs mètres du sommet de la falaise calcaire de la rive droite.

Degrange-Touzin avait déjà vu dans cette falaise le rivage même de la mer aquitanienne. M. Balland adopte la même interprétation : « Ces formations, écrit-il, se sont déposées là en contrebas de la falaise constituée par le *Calcaire à Astéries*, sur la plateforme littorale. » (coupe, p. 202.)

Les argiles de Sainte-Christine seraient donc séparées du *Calcaire à Astéries* par un mouvement tectonique qui aurait relevé le *Calcaire* et par une transgression qui serait venue former là un nouveau rivage en taillant une falaise littorale.

Les deux coupes de M. Balland (p. 189 et 202) représentent ces faits. *Si cette représentation était exacte, la question du Chattien serait résolue. Mais elle ne peut pas être retenue, car elle ne s'accorde pas avec la structure tectonique de la région.*

En effet, sur le territoire des communes de Mérignac et de Bordeaux (Ouest), le *Calcaire à Astéries* est également surmonté par une couche épaisse de plusieurs mètres d'argiles jaunes, blanchâtres ou bleuâtres qui sont incontestablement le prolongement de celles du Haillan. On les observe encore, vers le Sud-Ouest, sur le territoire des communes de Pessac, de Gradignan, de Léognan (vallon de Thil) et de La Brède (Moulin de Bernachon).

On se trouve sur tous ces points en présence d'une formation constante, occupant la même position et très homogène comme facies. M. Balland a donc raison de paralléliser les argiles de Sainte-Christine (Le Haillan) et les marnes de Bernachon.

Sur la rive droite de la Garonne, l'érosion a en général démantelé le *Calcaire à Astéries* et emporté les assises supérieures. A Lormont, elles ont été conservées : le niveau supérieur, à facies lacustre, a une épaisseur de 6 m. 36, dont 4 m. 64 pour les argiles et 1 m. 72 pour les trois bancs calcaires.

Mais, fait important, les argiles superposées au Calcaire à Astéries *sont 30 mètres plus haut à Lormont qu'à Mérignac et*

à Bordeaux (Saint-Augustin). On sait que ce décalage est dû à une flexion de l'ensemble du Stampien car la base de cet étage est également 39 mètres plus haut à Lormont qu'à Bordeaux (+ 6 et — 33 mètres).

On sait aussi que la *zone anticlinale de Lormont* se prolonge vers le Nord-Ouest par Le Bouscat, Bruges, Blanquefort et Le Taillan et qu'elle domine une zone synclinale de même direction.

La coupe I de la figure 51, perpendiculaire à cette direction, comme celle de M. Balland, met en relief ces deux sortes d'accidents et précise la position des argiles de Sainte-Christine et de l'Aquitanien par rapport au *Calcaire à Astéries*. Elle reproduit les déformations représentées dans la partie orientale de la coupe II de la figure 50. Il ne peut en être autrement car ces deux coupes traversent perpendiculairement à leur direction les mêmes unités tectoniques : *synclinal* S^1, *anticlinal* A^1, *synclinal* S^2 (fig. 7).

Le parallélisme et la concordance des couches qui caractérisent la coupe de M. Balland, que nous reproduisons à titre de comparaison, ne s'accordent pas, ainsi que nous l'avons dit, avec la structure tectonique de la région.

Le *Calcaire à Astéries* ne continue pas à se relever au delà de *M*, à l'Est de la coupe : il moule, en la dessinant, la *zone anticlinale* A^1. Sa partie supérieure a été enlevée par l'érosion.

Le niveau à *Scutella striatula s*, qui forme un niveau constant et qu'on trouve à moitié hauteur de la falaise du Thil, se trouve en affleurement sur l'axe du bombement A^1 (Les Peyrères).

On peut reconstituer l'ordre des faits.

Pendant le Chattien, l'Aquitanien, le Burdigalien et l'Helvétien, la *zone anticlinale* A^1 se relève lentement et la *zone synclinale* S^1 s'affaisse. A la fin de l'Helvétien, l'ordre de grandeur de ces deux mouvements est de *m* pour le relèvement et de *a b* pour l'affaissement.

Après l'Helvétien, la région est entraînée dans un mouvement d'ensemble d'élévation dont l'importance est représentée par les lignes *n* et *n'*.

L'érosion des cours d'eau pliocènes et quaternaires et le creusement du bassin de la Jalle aboutissent ensuite à la configuration actuelle.

On voit ainsi que la falaise du Thil *f* est d'origine récente, tandis que la flexure *F* provient de mouvements du sol selon

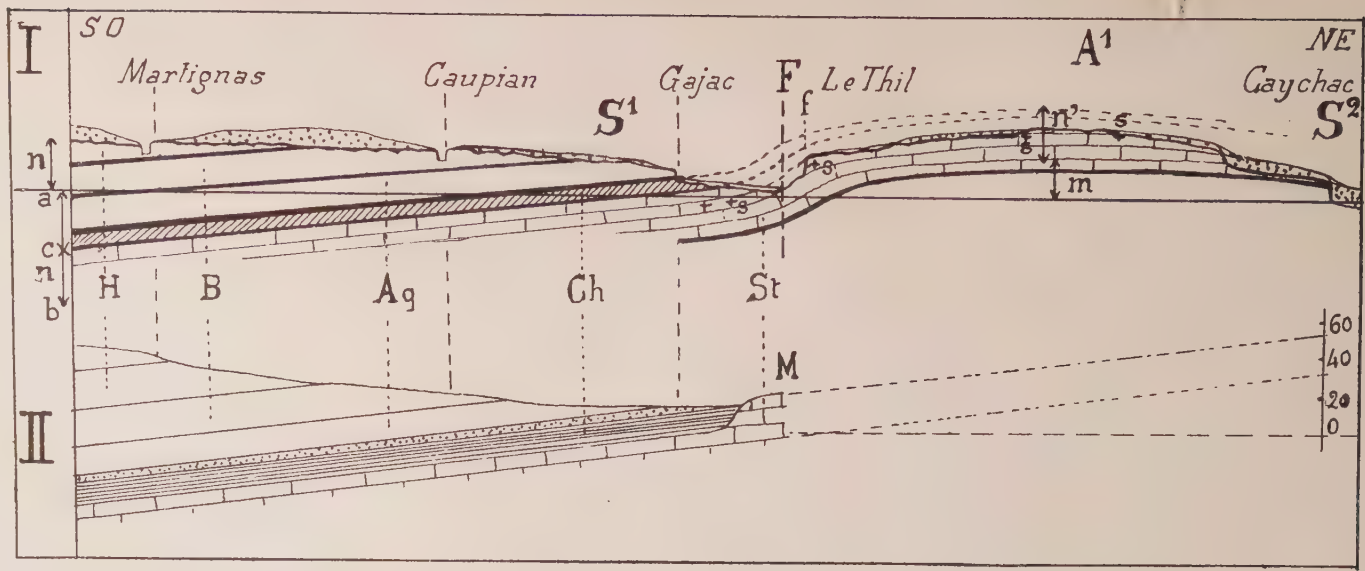


Fig. 51. — I. Relations du Chattien et de l'Aquitanien avec le Calcaire à Astéries dans le synclinal de Bordeaux, de Martignas (Moulin de Peynaud) à Blanquefort (Caychac).

II. Coupe de la même région par M. Balland [24, p. 202].

Echelle : L = 1/80.000ᵉ; H = 1/4.000ᵉ.

S¹ : synclinal de Bordeaux. — A¹ : zone anticlinale de Lormont-Listrac. — S² : synclinal de Bourg (fig. 48). — H : Helvétien. — B : Burdigalien. — Aq : Aquitanien. — Ch : Chattien. — St : Stampien. — F : flexure du Stampien. f : falaise du Thil. s : niveau à *Scutella striatula*. — a b : affaissement du synclinal S¹ de la fin du Stampien à la fin de l'Helvétien. m : relèvement de la zone anticlinale A¹ de la fin du Stampien à la fin de l'Helvétien. — n, n' : élévation d'ensemble de la région après l'Helvétien.

La coupe II traduit une structure tectonique simple et rigide qui ne tient pas compte des déformations du synclinal girondin : synclinaux S¹ et S² et anticlinal A¹.

une ligne de déformation dont l'activité s'est manifestée pendant tout le Tertiaire. Nous avons constaté son rôle dans la description des terrains et dans la structure tectonique de l'Oligocène du centre du *synclinal girondin* (fig. 50, I et II).

La coupe de la figure 51 constitue par conséquent la vérification de la conception que nous avons exposée. Elle montre également une phase de l'évolution de la tectonique d'une région et précise les relations qui existent entre la sédimentation et les mouvements lents et progressifs qui caractérisent cette évolution.

Les difficultés de la question du Chattien tiennent précisément à la continuité de ces mouvements et des phénomènes de sédimentation qui en résultent.

On peut en effet admettre, avec Tournouer, que les argiles supérieures superposées au *Calcaire à Astéries* correspondent à la régression qui s'amorce à la fin du Stampien et représentent un envahissement temporaire du *Bassin girondin* par le facies de la mollasse, avant l'instauration du régime lacustre.

Mais on peut aussi considérer, avec M. Balland, que ces argiles sont un facies latéral des dépôts du grand lac du *Calcaire blanc de l'Agenais.*

Dans l'état actuel des connaissances il n'y a aucun argument probant qui permette de choisir entre ces deux interprétations. Nous retiendrons cependant la seconde pour une raison indirecte. En effet, si on l'écartait, il faudrait admettre qu'il existe dans le *synclinal girondin* une lacune de sédimentation correspondant au Chattien. Cette lacune est peu probable car nous savons que les synclinaux du *Bassin girondin,* pendant les phases antérieures de régression, ont toujours été le siège d'une sédimentation détritique caractérisée par le facies argileux. Nous savons aussi que chaque unité tectonique conserve son individualité qui se manifeste par la permanence de ses caractères distinctifs.

Nous admettrons donc, en vertu de cette loi de l'évolution du *Bassin girondin,* que le *synclinal de Bordeaux,* entre le retrait de la mer stampienne et l'avance de la mer aquitanienne, a vu se déposer les argiles du Haillan, de Mérignac, de Bordeaux, de Lormont et de La Brède (Bernachon), et que cette sédimentation était contemporaine de la formation du *Calcaire blanc de l'Agenais.*

La transgression aquitanienne a recouvert ensuite dans son avance les argiles du *synclinal de Bordeaux,* sans qu'il existe

de lacune de sédimentation, ni de discordance appréciable, entre les nouveaux dépôts et les précédents.

Il résulte de cette interprétation que les argiles du *synclinal de Bordeaux* représentent le début de cette période qui, pendant l'Aquitanien, va être caractérisée par des oscillations qui vont faire alterner le régime marin et le régime continental. Elles sont par conséquent plus proches de l'Aquitanien que du Stampien. Nous considérerons qu'elles représentent l'Aquitanien inférieur et nous en ferons la zone XV de l'échelle stratigraphique de la Gironde.

Signification de l'Aquitanien

L'accord ne s'est pas encore réalisé au sujet de la signification exacte de l'Aquitanien.

Cossmann et M. Peyrot et les géologues girondins, qui ont particulièrement étudié la faune de Mollusques, font de l'Aquitanien le premier étage miocène.

Mais les auteurs qui ont étudié les formations continentales, et en particulier la faune de Mammifères, maintiennent l'Aquitanien dans l'Oligocène.

Il n'est pas dans le cadre de notre travail de prendre part à cette discussion. Mais notre étude de la formation tectonique du Médoc et de la Gironde serait incomplète si nous ne tentions pas de définir les mouvements du sol, qui ont présidé à la formation des dépôts postérieurs au Stampien dans le *synclinal de Bordeaux*.

Caractères généraux des dépôts et des mouvements du sol aquitaniens et post-aquitaniens

Les dépôts aquitaniens de la Gironde font partie d'un ensemble de couches possédant une grande extension géographique et une grande constance de caractères.

Le golfe aquitanien a pénétré largement et profondément dans la partie médiane du Bassin d'Aquitaine. Entre Saint-Médard-en-Jalles et Saint-Sever, il possède une largeur de 130 kilomètres, et une profondeur égale, de Bordeaux à Condom (Gers).

De plus, dans toute son étendue, en dehors de variations locales de détail, auxquelles on a attaché souvent trop d'importance, la succession des dépôts présente un ordre constant.

En effet, à Saucats, Sainte-Croix-du-Mont, Port-Sainte-Marie, Condom, Roquefort et Saint-Sever, c'est-à-dire sur tout le pourtour du Bassin aquitanien, on trouve la superposition suivante de haut en bas :

4. Calcaire lacustre gris supérieur.
3. Niveau marin.
2. Calcaire lacustre gris.
1. Niveau marin.

Les dépôts marins formés pendant les deux phases de transgression et les dépôts lacustres des deux phases de régression possèdent sensiblement la même répartition et la même composition.

Ces caractères existent également dans les zones anticlinales et synclinales. Ces faits prouvent que le bassin a été entraîné passivement par des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement, sans intervention des unités tectoniques locales.

Lorsque l'activité de ces unités se manifeste d'une manière atténuée, c'est aux mêmes points que pendant le Chattien et le Stampien.

En relation avec la *zone anticlinale de Villagrains-Landiras*, on observe une réduction d'épaisseur des dépôts (Landiras), des déformations locales (bassin de Sainte-Croix-du-Mont), une sédimentation particulière (grès de Bazas) et une grande variabilité de facies et de faunes provenant d'oscillations de faible amplitude. Mais ces complications locales ne masquent pas le rythme général des mouvements du bassin.

De même les phénomènes de subsidence qui s'étaient montrés particulièrement actifs à l'Est, dans l'Agenais, depuis le début de l'Oligocène, persistent à l'Aquitanien. Les dépôts de cet étage atteignent 60 mètres de puissance dans la région de Nérac-Lavardac.

Ces caractères sont communs à l'Aquitanien et au Chattien. En effet, les couches des deux étages présentent sensiblement la même distribution géographique et sont concordantes.

Le *Calcaire blanc de l'Agenais* atteint sa plus grande puissance dans la même région que l'Aquitanien, c'est-à-dire au Sud-Ouest de l'axe du Bassin Stampien.

L'épaisseur des dépôts à Agen et dans la région de Lavardac précise les relations qui existent entre le Chattien et l'Aquitanien.

		AGEN		LAVARDAC	
Aquitanien . .	Calcaire gris	10 m.	34 m.	35 m.	60 m.
	Mollasse sup^re	24 m.		25 m.	
Chattien	Calcaire blanc	18 m.		50 m.	
		52 m.		110 m.	

Les phénomènes de subsidence ont été moins intenses à Agen qu'à Lavardac, mais les variations ont été du même ordre pendant les épisodes des lacs du Calcaire blanc *et du* Calcaire gris, *soit 10/18 et 35/50.*

Au point de vue de l'évolution tectonique du Bassin d'Aquitaine il existe donc une grande ressemblance entre le Chattien et l'Aquitanien.

Le Burdigalien présente des caractères nouveaux qui l'opposent aux étages précédents.

Il est séparé de l'Aquitanien non seulement par une émersion générale du bassin analogue à celle de l'Aquitanien moyen, mais par une reprise de l'activité des unités tectoniques qui a pour résultat de relever les anticlinaux et de rejeter la mer dans le centre des synclinaux.

Quand la mer burdigalienne revient elle a une étendue bien moindre que celle de l'Aquitanien. De plus, *ses dépôts sont discordants sur les précédents qu'elle ravine dans sa progression.*

Nous avons pu observer ce ravinement et cette discordance dans le vallon de Saucats au cours de différentes fouilles faites avec MM. Neuville, Fraysse et Moreau.

Au Moulin de l'Eglise, le premier dépôt burdigalien repose sur le calcaire lacustre; il débute par une assise renfermant en abondance des galets et des Mollusques roulés.

Un peu plus haut, au Peloua, la riche faune de Gastropodes bien connue se recueille dans les poches du *Calcaire gris* démantelé. Mais, à peu de distance du gisement classique, à un niveau un peu plus élevé, le banc de calcaire lacustre, peu raviné, supporte une couche renfermant, en grande abondance et avec toutes les espèces caractéristiques, la faune du Burdigalien moyen du Moulin de Lagus (Saucats) et du Coquillat (Léognan).

Ce nouveau gisement (découvert par M. Neuville et exploité en présence de M. Peyrot) marque dans cette région la dernière phase de l'avance progressive de la mer burdigalienne sur le *Calcaire lacustre aquitanien* préalablement relevé.

La mer burdigalienne contourne ensuite la *zone anticlinale de Villagrains-Landiras* à l'Ouest et au Sud, en restant très éloignée de son axe. Elle abandonne ainsi le *synclinal de Bordeaux* où elle s'était maintenue depuis le début du Tertiaire. Elle n'en occupe plus que la partie occidentale où commence à se former une nouvelle fosse de subsidence.

Ces faits établissent une séparation très nette entre l'Aquitanien et le Burdigalien.

En réunissant ces différentes conclusions on peut distinguer les mouvements suivants :

1° *Mouvement négatif marquant la fin du Stampien, caractérisé par le relèvement de la bordure nord du Bassin d'Aquitaine et le déplacement de la zone de subsidence vers le Sud.*

2° *Mouvements alternatifs négatifs (Calcaire blanc, Calcaire gris moyen et Calcaire gris supérieur) et positifs (Aquitanien inférieur et Aquitanien supérieur) sans déformations importantes du bassin.*

Ces mouvements réunissent le Chattien et l'Aquitanien.

3° *Mouvement post-aquitanien provoquant des déformations importantes du bassin et de grands changements dans la distribution des mers dans la partie centrale du Bassin d'Aquitaine.*

En résumé, l'évolution tectonique du Bassin d'Aquitaine permet d'établir une séparation entre le Stampien et le Chattien et une grande coupure entre l'Aquitanien et le Burdigalien.

Ces conclusions rejoignent d'une manière frappante celles qui ont été formulées, d'après l'étude des faunes, par Mlle Alimen et M. Viret.

Mlle Alimen, dans sa récente thèse [18], après avoir rappelé la controverse à laquelle l'Aquitanien a donné lieu, y apporte une contribution par la « comparaison avec les espèces correspondantes de l'Aquitanien, des variétés d'espèces stampiennes apparues à Ormoy ».

Elle conclut de ce rapprochement : « Nous voyons apparaître à Ormoy les variétés aquitaniennes de plusieurs espèces stampiennes...; la faune marine d'Ormoy est très proche dans le temps de la faune aquitanienne du Sud-Ouest ».

De plus : « La comparaison de la faune d'Ormoy avec les faunes chattiennes des bassins septentrionaux, d'une part, et avec la faune de l'Aquitanien du Sud-Ouest, d'autre part,

conduit donc à cette conclusion qu'il n'est pas démontré que le Chattien soit distinct de l'Aquitanien ».

L'argument fourni par l'étude des Mammifères se trouve résumé dans une conclusion de M. VIRET, citée par Mlle ALIMEN [18, p. 285].

« Or, l'étude des faunes des Mammifères de l'Oligocène supérieur a récemment conduit M. J. VIRET à conclure en faveur d'une coupure de premier ordre entre l'Aquitanien et le Burdigalien, d'une coupure de deuxième ordre entre le Stampien déjà élevé de la Milioque et le Chattien du *Calcaire blanc de l'Agenais,* tandis qu'entre le *Calcaire blanc* et le *Calcaire gris de l'Agenais* (coupure Chattien-Aquitanien) il n'y a place que pour une coupure de quatrième ordre. C'est dire qu'au point de vue paléontologique la coupure du Chattien se soutient difficilement, le rattachement de l'Aquitanien au Miocène est inadmissible. »

L'argument tectonique que nous avons brièvement exposé conduit à la même conclusion. Bien que moins précis en apparence, il faut cependant lui reconnaître une grande portée, car il s'appuie sur des phénomènes fondamentaux qui sont en relation avec les causes générales qui interviennent dans la formation et la distinction des grands cycles géologiques.

La période oligocène correspond à l'un de ces cycles. Le Bassin d'Aquitaine, depuis le début de cette période jusqu'à la fin de l'Aquitanien, présente une grande unité. Les mouvements du sol ne consistent plus, comme pendant l'Eocène, en des déformations de petits bassins synclinaux sous l'action de poussées latérales dirigées du Sud au Nord, mais ils affectent tout le bassin en l'abaissant ou le relevant selon la direction Est-Ouest.

Le fait essentiel est la formation au centre même du bassin d'une zone de subsidence où les dépôts atteignent une épaisseur de 400 à 500 mètres. Les phénomènes de subsidence débutent avec l'Oligocène, ils présentent un maximum au Stampien et s'atténuent pendant le Chattien et l'Aquitanien. Ils prennent fin brusquement à la fin de l'Aquitanien par un mouvement tectonique qui inaugure une nouvelle phase de l'évolution tectonique du bassin.

Cette période peut donc se diviser en trois parties : le Sannoisien, le Stampien et l'Aquitanien.

Le tableau suivant résume la composition de chacune de ces divisions :

COMPOSITION DE L'OLIGOCÈNE

MÉDOC ET RÉGION DE BORDEAUX
Partie étudiée dans ce mémoire (zone XVI non comprise)

ÉTAGES	ZONES	MÉDOC	RÉGION DE BORDEAUX
AQUITANIEN	XVI	Falun du Haillan. Falun inférieur de la Fontaine et du Château de Gajac. Couches du pont de Gajac. Argile blanche du Haillan. Sable et grès à poudingues du Haillan.	Faluns de Mérignac, de Pessac et de Lariey. *Calcaire lacustre gris.* Sable jaune de Bernachon. Falun de La Brède.
	XV	Argile et marne blanche de Sainte-Christine (Le Haillan). (D'après M. Balland.)	Argiles de Bordeaux, Mérignac Pessac, Gradignan, La Brède Marnes de Bernachon.
STAMPIEN	XIV	(Erosion et lacune de sédimentation.) 5. Calcaire gréseux à *Scutella striatula* de Cissac, du Moulin du Thil (Saint-Médard) et des Peyrères (Le Taillan). 4. Calcaire argileux du Bas-Médoc, de Saint-Germain-d'Esteuil, Vertheuil, Cissac, Saint-Sauveur, Saint-Laurent, Listrac, Moulis, Castelnau, Arsac, Le Taillan, Blanquefort, Saint-Médard-en-Jalles. 1, 3. Base des Calcaires de Blanquefort, Eysines, Le Taillan, Saint-Médard, Bruges.	*Calcaire de Lormont et de Cenon.* 7. Calcaire blanc à *Nerit Ferussaci.* 6. Faluns et marnes de Terre Nègre et de Sarcignan. 5. Calcaire gréseux à *Scutell striatula.* 4. Calcaire jaunâtre à *Turb Parkinsoni, Cerith. Char pentieri, Ampullina crassa tina, Palæocarpilius aqui tanicus*, etc. 3. Marnes brunes ligniteuses. 2. Argile verte sableuse. 1. Calcaire verdâtre à Mollus ques et à Polypiers.
SANNOISIEN	XIII	*Calcaire lacustre* de Civrac, Vertheuil, Saint-Sauveur, Arsac. Argile verte à nodules de Cissac, Saint-Sauveur, Listrac, Blanquefort.	Argile verte et jaune des fora ges de Bordeaux, Le Bouscat Caudéran, Cenon, Lormont Talence.
	XII	Marne blanche à *Melobesia* de Prignac, Cissac, Saint-Sauveur. Marne argileuse à Anomies de Civrac, Ordonnac, Saint-Germain. *Argile verte à concrétions* de Vertheuil, Ordonnac. Mollasse sableuse de Blanquefort.	Marne et argile jaunâtre, sa bleuse des forages de Bor deaux, Le Bouscat, Caudéran Cenon, Lormont et Talence.
	XI	*Marne argileuse à Anomies* de Civrac, Ordonnac, Vertheuil. *Calcaire à Anomies* de Vertheuil, Ordonnac, Prignac.	Calcaire pyriteux des forages d la région de Bordeaux.

RESTE DE LA GIRONDE : TABLEAU DES SYNCHRONISMES
(d'après BENOIST, LINDER, VASSEUR, Em. FALLOT et la Carte géologique)

IVE DROITE DE LA GARONNE ET DE LA GIRONDE	PARTIE ORIENTALE DE LA GIRONDE	RÉGION DE L'AGENAIS (D'APRÈS BLAYAC)
	. *Calcaire lacustre gris* et Aquitanien marin des régions de Bazas, Sainte-Croix-du-Mont, Gornac et La Réole.	*Calcaire gris supérieur* et *Mollasse supérieure de l'Agenais.*
eulière et calcaire lacustre de Tresses, Quinsac et Pompignac.	*Calcaire blanc* de Villandraut, Cabanac, Sainte-Croix-du-Mont et Moulin du Mirail (La Réole).	*Calcaire blanc de l'Agenais.*
alcaire à Astéries de Roque-de-Tau, falaise de Marmisson et de Bayon. *alcaire à Astéries* de l'Entre-Deux-Mers. *alcaire à Astéries* de la vallée de la Garonne : falaise de la rive droite, de Langon à Bordeaux. rgile à *O. longirostris.*	*Calcaire à Astéries* du Libournais et des deux rives de la Dordogne de Libourne à Sainte-Foy. *Calcaire à Astéries* des deux rives de la Garonne de Langon à La Réole. Argile à *O. longirostris* du Libournais et de la vallée de la Garonne.	*Mollasse moyenne de l'Agenais.* *Calcaire lacustre de Montbazillac.* *Mollasse.*
rgile verte et jaune des forages de Rions, Portets et Cadillac.	*Calcaire lacustre de Castillon.*	*Calcaire lacustre de Trentel.*
ollasse et argiles de Saugon. ables mollassiques de Roque-de-Tau. rgile jaunâtre et verdâtre de Bourg, Saint-André, Rions, Portets et Cadillac.	*Mollasse du Fronsadais.* (Sables argileux micacés et grès mollassiques.)	*Mollasse inférieure de l'Agenais.*
Couches à Anomies de Plassac, Saint-Christoly-de-Blaye, Lansac, Bourg.	Argile sableuse de Libourne et de la vallée de la Garonne.	*Calcaire lacustre d'Issigeac.*

MIOCÈNE

Stratigraphie du Miocène du Médoc.
Extension et puissance des dépôts miocènes dans le synclinal girondin.
La transgression miocène dans la Gironde.
La transgression helvétienne dans le Sud-Est de la Gironde.
Composition et puissance des dépôts miocènes dans le *synclinal de Bordeaux.*
Les déformations du synclinal girondin.
Les déformations miocènes.
Les déformations d'âge post-helvétien.

Sratigraphie du Miocène du Médoc

Dans le Médoc, les affleurements des terrains miocènes n'occupent qu'une très faible surface. On ne les rencontre en effet que dans le bassin de la Jalle de Saint-Médard. M. Balland [24], après Tournouer et Degrange-Touzin, en a donné récemment une excellente description. Aussi, nous bornerons-nous à reproduire ici une partie du tableau où il résume les résultats de son étude.

Composition du Miocène dans le bassin de la Jalle
(*d'après* M. Balland)

	Série miocène de la vallée de la Jalle	Série miocène de l'Aquitaine
Helvétien . . .	Mollasse des carrières de Martignas	Mollasse de Salles.
	Couches du pont du Génie militaire : banc à *Pinna*	Couches de la Sime.
Burdigalien . .	Supérieur	Falun de Pt-Pourquey.
	Moyen : Mollasse de Caupian	
	Falun supr de la Fontaine	Falun du Coquillat.
	Falun de Gajac . .	
	Inférieur : Mollasse du Haillan	Mollasse de Léognan.

L'étude de M. Balland précise le parallélisme entre les dépôts miocènes de la vallée de la Jalle et ceux de la vallée de Saucats. L'identité des deux séries miocènes s'explique par la position identique des vallées de la Jalle et de Saucats dans le *synclinal de Bordeaux* (fig. 52).

Ces deux cours d'eau traversent en effet deux petits bassins synclinaux : celui de Saucats-Léognan au Sud et celui de Martignas-Mérignac au Nord.

Les études de Tournouer, Linder, Degrange-Touzin et Em. Fallot ont fait connaître la composition de la série miocène de la Gironde. Cossmann et M. Peyrot en ont décrit la faune. Il n'y a pas lieu par conséquent de revenir sur ces questions.

Mais on n'a pas encore défini avec précision l'extension et la puissance des dépôts miocènes dans le *Bassin girondin* et les déformations de ce Bassin pendant et après le Miocène.

Nous allons examiner successivement ces deux ordres de questions.

Extension et puissance des dépôts miocènes dans le Bassin girondin

La transgression miocène dans la Gironde (fig. 52)

L'étendue des terrains miocènes dans le Médoc et la partie occidentale de la Gironde est représentée dans la figure 52. La ligne *n n'* marque la limite de la transgression miocène. Elle dessine les principaux accidents tectoniques du *Bassin girondin* : l'*anticlinal de Villagrains* au Sud, le *synclinal de Bordeaux* et l'*anticlinal de Listrac-Blaye* au centre; au Nord, dans le Bas-Médoc, le rivage miocène prend une direction parallèle à celle de l'*anticlinal directeur* A.

Dans le *synclinal de Bordeaux*, la transgression du Miocène inférieur (Burdigalien) s'est produite progressivement et en plusieurs étapes. Dans la partie sud, à Saucats, on voit le *Calcaire gris* de l'Aquitanien supporter le Burdigalien inférieur du Moulin de l'Eglise, puis les couches du Peloua et enfin, à peu de distance, le Burdigalien moyen typique (faune du Coquillat).

Dans la partie nord (bassin de Pessac-Mérignac) le *Calcaire gris* supérieur, peu épais, a été détruit et les Faluns aquitaniens ont été repris et mélangés aux nouveaux dépôts. La mer des « *Faluns mixtes* » s'est avancée jusqu'en *b*.

Au Burdigalien supérieur s'amorce une régression générale. A Pont-Pourquey (Saucats) cette régression est marquée par des dépôts littoraux roulés et des galets d'argile criblés de perforations. A Cestas, on trouve les mêmes caractères.

Le Burdigalien est séparé de l'Helvétien par un mouvement du

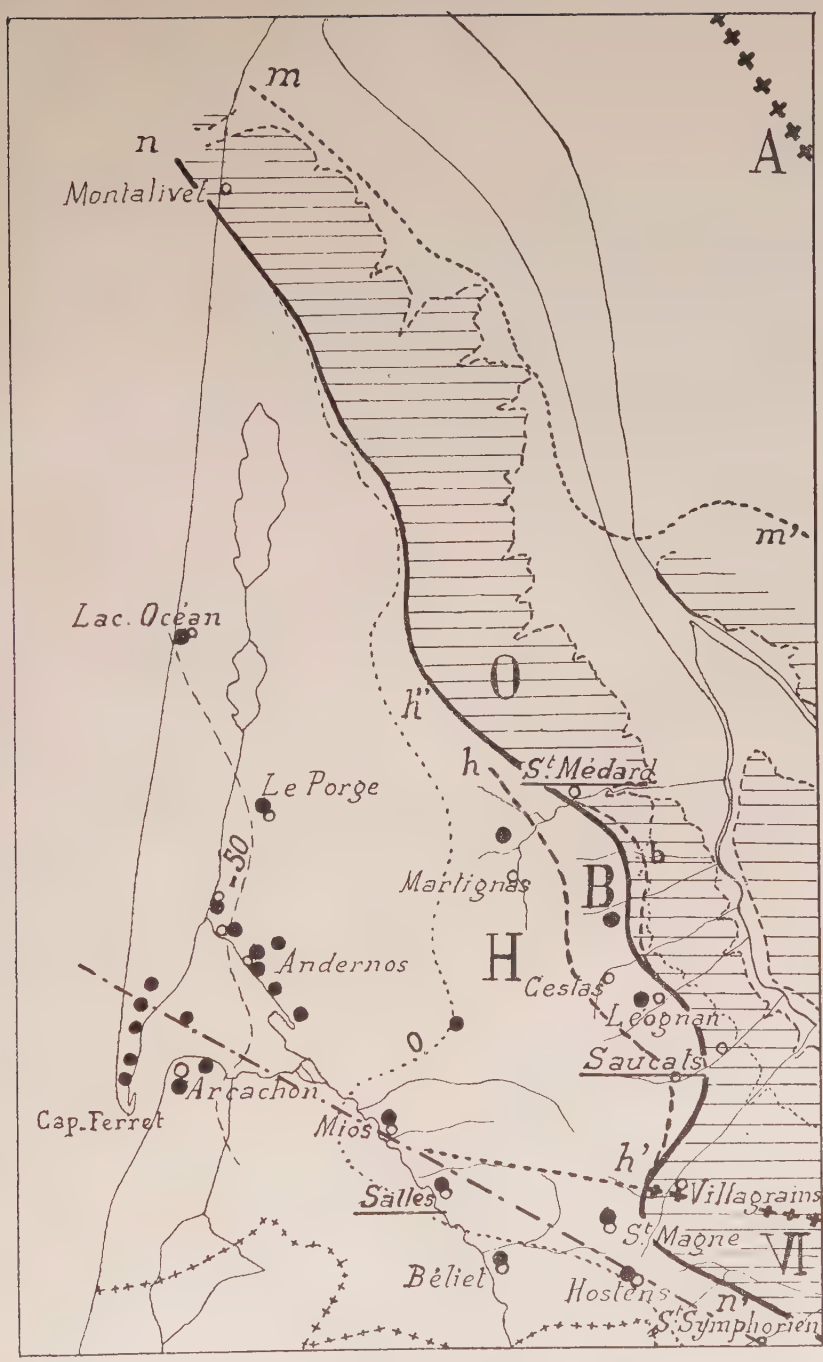


Fig. 52. — Le Miocène dans le synclinal girondin. Echelle : 1/720.000e.

m m' : rivage stampien. — n n' : rivage miocène. — O : Oligocène. — B : Burdigalien. — H : Helvétien. — A : anticlinal des Charentes. VI : anticlinal de Villagrains. — —.—.—. : coupe de Saint-Symphorien au Cap-Ferret (fig. 53).

sol qui a relevé le bassin vers l'Est. Le rivage de la mer helvétienne se trouve ainsi en retrait à l'Ouest (ligne *h h'*).

Dans le Bas-Médoc, par suite de l'ennoyage de la partie nord de l'*anticlinal A*, les dépôts helvétiens sont transgressifs sur le Stampien. Au niveau de Montalivet, au Sud du plateau sous-marin de la Pinasse formé par le *Calcaire à Astéries*, la mer rejette des blocs de Mollasse helvétienne renfermant *Echinolampas hemisphericus*. Ces blocs viennent d'une formation mollassique, située au large, que les anciennes cartes marines signalent sous le nom de « tuffeau ».

L'ennoyage de l'*anticlinal A* et le caractère transgressif de la mer helvétienne sont encore mis en évidence par la présence d'un dépôt de Falun helvétien, au Nord de l'Ile d'Oléron, sur les terrains secondaires et dans la zone axiale de l'anticlinal.

La transgression helvétienne au Sud-Est de la Gironde (fig. 53)

Pour comprendre les caractères de la transgresion helvétienne dans la Gironde il faut suivre le rivage helvétien vers le Sud-Est. La carte I de la figure 53 représente les limites de la mer helvétienne dans la partie nord de l'Aquitaine occidentale (1).

La mer helvétienne, dépassant largement le rivage burdigalien, est venue occuper une partie de l'ancien bassin aquitanien de l'Agenais. Dépassant également la limite orientale de ce bassin, elle s'est étendue au delà de Condom en formant le golfe de Lectoure.

Mais, avant son arrivée, les Calcaires lacustres du Burdigalien supérieur avaient été relevés et en partie ravinés. Les dépôts helvétiens remplissent les anfractuosités du banc supérieur (« table de Lectoure ») de ces Calcaires. Les coupes des dépôts helvétiens de Sos, Baudignan et Gabarret, par Tournouer, font ressortir ces ravinements.

Dans la partie sud du golfe de Lectoure, les dépôts s'effectuaient sous des eaux peu profondes où pullulait *Ostrea crassissima* (Caussens, Blaziert, Le Mas-d'Auvignon, Lamothe-Goas, Terraube et Lectoure).

Dans la partie nord du golfe (La Romieu, Caussens, Condom, Lavardac) les cours d'eau déversaient en abondance des sables fins arrachés aux Mollasses aquitaniennes et stampiennes de l'Agenais. Près du rivage on retrouve *Ostrea crassissima* (La Romieu) et des grès mollassiques fossilifères (Lasbadies, près de Gazaupouy).

Enfin, dans la partie centrale du golfe, les dépôts argileux de Sos et de Gabarret, à Pleurotomes, indiquent des eaux plus profondes (d'après M. Peyrot).

---

(1) Cette limite a été établie d'après la *Statistique géologique du département du Gers* de Jacquot, les renseignements de M. Cadéot (région de La Romieu) et nos propres observations (fond du golfe de Lectoure).

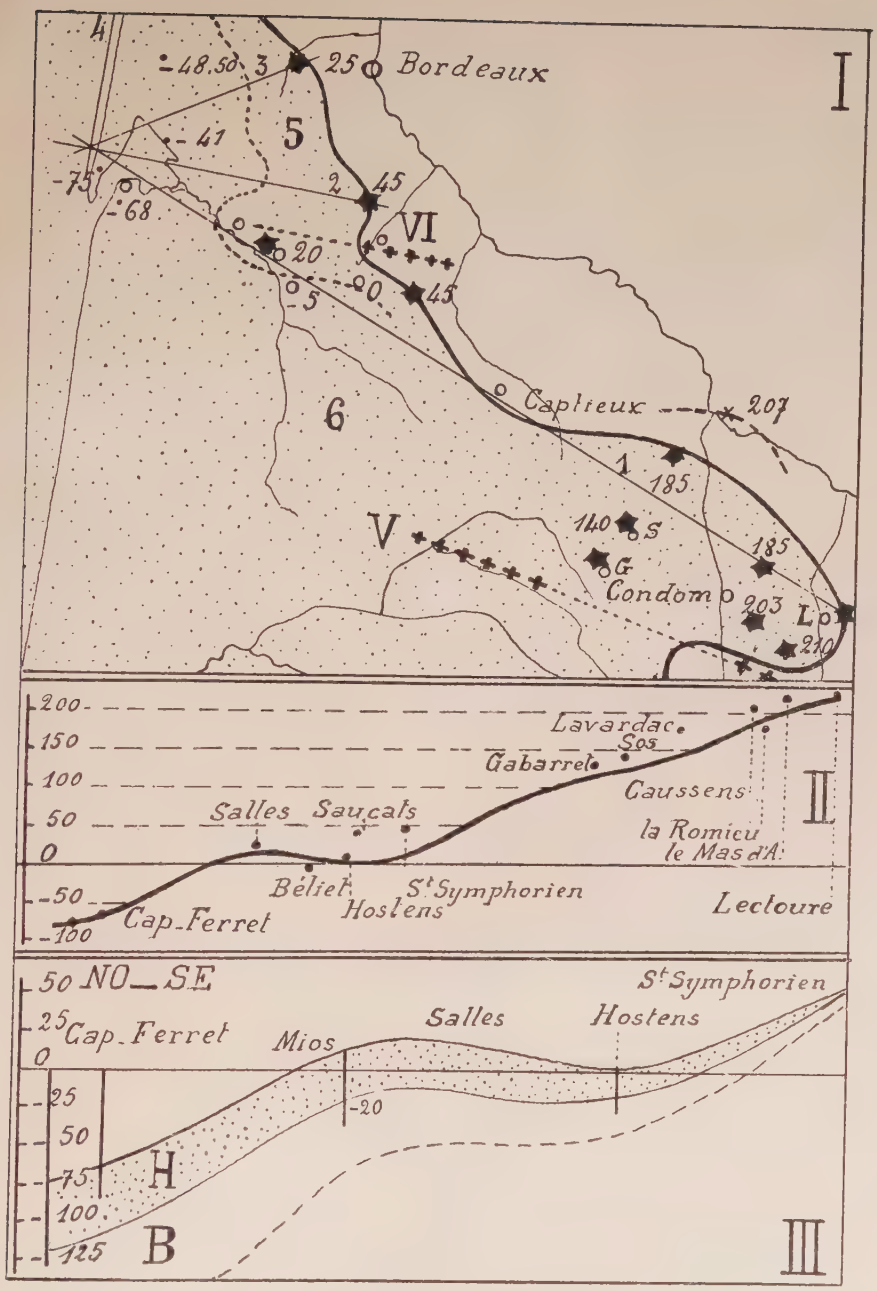


Fig. 53. — Les déformations de l'Helvétien.

I. Extension et position altimétrique de l'Helvétien dans le synclinal girondin 5 et le synclinal 6 (fig. 1). Echelle : 1/1.400.000e.

II. Inclinaison de l'Helvétien de Lectoure au Cap-Ferret.

III. Les déformations de l'Helvétien de Saint-Symphorien au Cap-Ferret (coupe de la fig. 52). Echelle : L = 1/700.000e; H = 1/5.000e.

L'épaisseur de ces différents dépôts est comprise entre 1 et 20 mètres.

La mer helvétienne du golfe de Lectoure constitue un excellent exemple d'une transgression sur une bordure continentale de structure synclinale. Son extension montre encore que le *synclinal de Bordeaux* formait un simple golfe du grand bassin miocène de la partie nord de l'Aquitaine occidentale. Mais, ainsi que nous allons le voir, les dépôts miocènes du *synclinal de Bordeaux* possèdent des caractères différents de ceux du grand golfe de Lectoure.

Composition et puissance des dépôts miocènes du synclinal de Bordeaux

On sait que les dépôts burdigaliens consistent essentiellement en des mollasses à la base et des faluns à la partie moyenne et supérieure. A une faible distance du rivage ils atteignent une vingtaine de mètres.

Les dépôts helvétiens littoraux sont des mollasses grossières dont l'épaisseur est de 8 mètres à Martignas et de 5 à 6 mètres à Saint-Symphorien.

Les terrains miocènes littoraux disparaissent vers l'Ouest sous les dépôts de revêtement. Mais, dans la région d'Arcachon, ils sont bien connus grâce aux nombreux forages qui les traversent.

On trouve partout une succession de dépôts sableux, marneux et mollassiques dans lesquels il est difficile de distinguer des niveaux précis. Ces dépôts représentent non seulement l'Helvétien et le Burdigalien mais encore l'Aquitanien; le sommet du Stampien est marqué par la rencontre de *Nummulites vascus-Bouillei*.

Dans le forage des Abatilles (Arcachon), dont l'analyse a été faite par M. Viennot, cette série détritique a une puissance de 200 mètres.

A Andernos, c'est-à-dire plus près du rivage, elle est moindre, soit 143 mètres. Le forage de l'Ecole de Plein Air que nous avons pu étudier en détail a traversé les couches suivantes :

	Épaisseur	Profondeur
9. Sable jaune micacé très fin, à lames aliotiques dures, graviers	0 m. 30	42 m. 30
10. Grès verdâtre à débris de coquillages et bancs de sable jaune	21 m. 70	64 m.
11. Sable fauve très fin, micacé, argileux	2 m.	66 m.
12. Mollasse dure glauconieuse micacée	4 m.	70 m.
13. Mollasse coquillière grossière	3 m.	73 m.

14. Grès mollassique gris, glauconieux, à Bryozoaires	17 m.	90 m.
15. Grès mollassique plus glauconieux et plus grossier	6 m.	96 m.
16. Sable compact très glauconieux	5 m.	101 m.
17. Sable fin gris bleu, peu glauconieux	23 m.	124 m.
18. Grès tendre très glauconieux, coquillages	10 m.	134 m.
19. Plaquettes très dures à éléments très fins	0 m. 40	134 m. 40
20. Sable argileux très fin, gris bleu, peu glauconieux	3 m. 60	138 m.
21. Grès tendre glauconieux à éléments de sable fin	4 m.	142 m.
22, 23. Sable et grès tendre, fins, glauconieux	10 m.	152 m.
24, 25. Mollasse sableuse fine, très glauconieuse	14 m. 50	166 m. 50
26. Mollasse gréseuse dure à grains de quartz	0 m. 50	167 m.
27. Mollasse sableuse fine, glauconieuse	10 m.	177 m.
28. Banc dur de mollasse gréseuse très fine, très glauconieuse	1 m.	178 m.
29. Sable gris compact, peu glauconieux	1 m.	179 m.
30. Plaquette de grès compact, dure, peu glauconieuse	0 m. 15	179 m. 15
31. Mollasse gréseuse grise, peu glauconieuse	5 m. 85	185 m.
32. Mollasse coquillière à *Operculina complanata*, Nummulites	4 m.	189 m.

D'après les résultats obtenus dans les autres forages de la région on peut classer les couches de la manière suivante :

Helvétien	Supérieur : c. 9, 10, 11	24 m.	54 m.
	Inférieur : c. 12, 13, 14, 15	30 m.	
Burdigalien	Supérieur : c. 16, 17	28 m.	71 m.
	Moyen : c. 18 à 23	28 m.	
	Inférieur : c. 24, 25, 26	15 m.	

Epaisseur totale : 125 mètres.

La limite inférieure du Burdigalien est assez hypothétique. Aussi bornerons-nous nos observations à l'Helvétien dont la composition et les limites sont partout très nettes.

La partie supérieure est formée de sables plus ou moins gréseux, coquilliers, jaunes ou gris. La partie inférieure est mollassique. Elle surmonte des sables gris-bleuâtre, très fins et glauconieux, que leur présence constante dans les forages, au-dessous de la Mollasse helvétienne, fait attribuer au Burdigalien.

La composition de l'Helvétien dans la partie occidentale du *synclinal de Bordeaux* est résumée dans le tableau suivant :

FORAGES	NIVEAU SUPÉRIEUR	NIVEAU INFÉRIEUR	ÉPAISSEUR TOTALE
	Partie centrale du synclinal		
Taussat	24 m.	18 m.	42 m.
Andernos (Plage)	20 m.	32 m.	52 m.
Andernos (E. P. A.)	24 m.	30 m.	54 m.
Arcachon (Docks frig.) . .	25 m. 80	41 m. 20	67 m.
Arcachon (Abatilles) . . .	32 m. 75	43 m.	75 m. 75
	Bordure nord		
Lacanau-Océan	10 m. 10	16 m. 80	29 m. 90
	Bordure sud		
Mios-Salles	(Forages et affleurements)		25 m.

Les déformations du synclinal girondin

Les déformations miocènes

De l'Est à l'Ouest, l'accroissement d'épaisseur de l'Helvétien est rapide. Sur une ligne parallèle au rivage, de Salles à Lacanau-Océan, l'épaisseur des dépôts est deux fois plus grande dans la partie centrale du *synclinal de Bordeaux* que sur le prolongement des deux zones anticlinales qui le limitent au Nord et au Sud.

Enfin les deux niveaux de l'Helvétien sont également affectés des mêmes variations d'épaisseur selon les deux directions Est-Ouest et Nord-Sud.

De ces caractères ressortent les trois conclusions suivantes :

1° La partie occidentale du *Bassin girondin* s'est abaissée dans son ensemble pendant l'Helvétien.

2° L'abaissement a été accompagné d'un affaissement de la partie centrale du *synclinal de Bordeaux*.

3° Ces mouvements ont été continus et progressifs; ils ont persisté pendant toute la durée de l'Helvétien.

La grande épaisseur du Burdigalien fait penser que ce que l'on vient de dire de l'Helvétien est également vrai pour cet étage. Le caractère dominant du Miocène de la Gironde consiste par conséquent dans la formation d'un bassin de subsidence dans la partie occidentale du *synclinal de Bordeaux*.

Les déformations de ce synclinal sont représentées dans la figure 54.

La ligne *a b* représente la surface des dépôts miocènes pendant la phase maximum de la transgression helvétienne.

Les variations d'épaisseur de l'Helvétien *H* mettent en relief l'affaissement du *synclinal de Bordeaux* et la transgression de la mer helvétienne sur la plateforme continentale.

Le Burdigalien *B* se présente avec le facies marin dans le *synclinal de Bordeaux* en voie d'affaissement et avec le facies continental *(Calcaires* et *marnes lacustres de l'Armagnac)* dans la partie centrale du Bassin d'Aquitaine (1).

Les déformations d'age post-helvétien

Les dépôts helvétiens occupent aujourd'hui des positions altimétriques très variables qui prouvent qu'ils ont été élevés ou abaissés par des mouvements du sol.

Sur la ligne même du littoral du Médoc, la surface de l'Helvétien passe de — 10 mètres, au large de Montalivet, à — 52 mètres à Lacanau-Océan et à — 75 mètres au Cap-Ferret (ligne 4, fig. 53).

De Martignas au Cap-Ferret (ligne 3), l'Helvétien passe de + 25 mètres à — 75 mètres.

---

(1) Le bassin de subsidence qui se forme au Burdigalien dans la partie nord de l'Armagnac fait suite à celui qui s'était développé dans l'Agenais pendant l'Aquitanien.

Si, à partir de Captieux, on fait dévier la coupe 1 (fig. 53, I) de quelques degrés au Nord, par Lavardac, on trouve aux environs de cette localité une série lacustre de 140 mètres (coupe III, fig. 54) dans laquelle l'Aquitanien compte pour 115 mètres et le Burdigalien pour 25 mètres seulement (base en *d d'*).

Si la déviation se fait de quelques degrés au Sud, la coupe qui passe par Sos et Caussens traverse, dans la vallée du Gers, une série lacustre de 160 mètres d'épaisseur, dont 120 mètres pour le Burdigalien (base en *d d''*) et 40 mètres seulement pour l'Aquitanien (coupe I, fig. 54).

Au Burdigalien, la fosse de subsidence de l'Aquitanien s'est donc déplacée vers le Sud. Pendant l'Helvétien et le Miocène supérieur, elle se déplace de nouveau vers le Sud et s'étend dans le Haut-Armagnac où les Mollasses de Sansan et de Simorre atteignent près de 100 mètres de puissance.

Ces déplacements successifs vers le Sud du grand bassin de subsidence qui s'était formé pendant le Stampien dans la partie centrale du Bassin d'Aquitaine ont été provoqués par le relèvement de la bordure nord de ce bassin, c'est-à-dire par le soulèvement du Massif Central. Ce soulèvement s'est fait en trois étapes correspondant à l'Aquitanien, au Burdigalien et à l'Helvétien. A ces étapes correspondent en Gironde les régressions et les transgressions qui caractérisent ces trois étages.

Entre Saucats et le Cap-Ferret (ligne 2), l'Helvétien occupe la position suivante :

	Saucats	Marcheprime	Taussat	Cap-Ferret
	—	—	—	—
Sommet . .	+ 46 m.	0 m.	— 41 m.	— 75 m.
Base	+ 45 m.		— 83 m.	— 120 m.

Mais c'est sur la direction Cap-Ferret-Salles, selon la ligne 1 prolongée jusqu'au fond du golfe de Lectoure, qu'on peut le mieux observer les modifications de position subies par l'Helvétien.

La surface de l'Helvétien (fig. 54) est passée de la position *a b* à la position *a' b'*. Elle a donc subi une forte élévation vers le Sud-Est *(c b')* et un abaissement vers le Nord-Ouest *(c a')*.

Le plan d'élévation rencontre le zéro de l'Helvétien en *c* (région d'Hostens-Béliet, d'après M. L. Glangeaud [209]).

La direction générale du plan de relèvement et d'abaissement a' b' *est indépendante des unités tectoniques locales. La plus grande élévation se trouve au Sud-Est sur l'emplacement des anciens bassins de subsidence de l'Aquitanien (coupe III) et du Burdigalien (coupe I).*

Les causes du relèvement du Miocène de la Gironde et du Bassin d'Aquitaine en général, vers l'Est et le Sud-Est, ne consistent pas par conséquent dans l'évolution de la structure tectonique propre au Bassin d'Aquitaine; elles doivent être cherchées plus loin, dans la surélévation des aires montagneuses qui le bordent à l'Est et au Sud-Est : Massif Central et Pyrénées.

Le plan d'élévation *a' b'* comporte des déformations. Elles consistent essentiellement, pour la Gironde, dans un relèvement des *zones anticlinales de Captieux* et *de Salles* et dans l'affaissement du *synclinal de Bordeaux*.

L'écart qui sépare la surface de l'Helvétien *a' c n''* de la direction théorique *n n'* du plan d'élévation, représente exactement la place et l'importance de ces déformations (1).

---

(1) Les déformations du Miocène du *synclinal de Bordeaux* ne sont explicables que dans la mesure où on les rapporte au plan d'élévation *a' b'* de l'ensemble du Bassin d'Aquitaine. C'est la raison pour laquelle nous avons dû étendre notre étude jusqu'à la limite orientale du bassin miocène de l'Aquitaine du Nord.

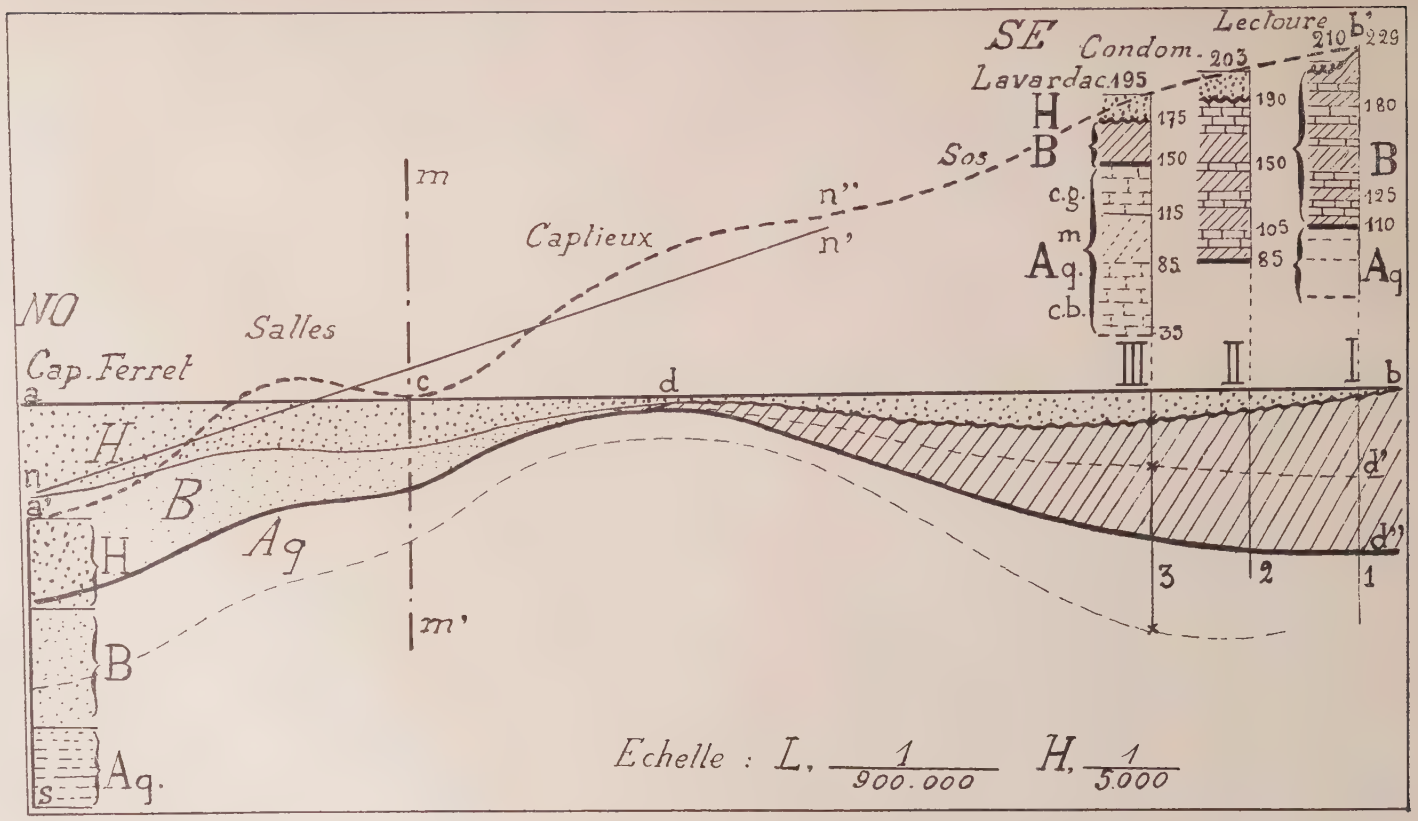


Fig. 54. — Les déformations du synclinal girondin et de la partie nord de l'Aquitaine occidentale pendant et après le Miocène.

a b : surface de l'Helvétien au moment du retrait de la mer helvétienne. — a' b' : position actuelle de la surface de l'Helvétien. — Aq : Aquitanien. — B : Burdigalien. — H : Helvétien. — I, II, III : coupes.

(Explications dans le texte.)

Celles-ci consistent dans l'activité des unités tectoniques dont la formation s'est poursuivie pendant tout le Tertiaire. La structure tectonique de la Gironde comporte par conséquent une phase post-helvétienne pendant laquelle se sont formées les lignes du relief actuel.

On pourrait penser que ces mouvements du sol, élévation vers l'Est, abaissement vers l'Ouest et déformations, se sont produits immédiatement après le retrait de la mer helvétienne et qu'ils ont été suivis d'une phase de stabilité.

Mais on peut admettre, avec plus de raison, qu'ils ont obéi aux mêmes lois que les précédents et qu'ils se sont développés lentement et progressivement pendant le Pliocène et le Quaternaire.

L'étude du comblement du *Bassin girondin* par les dépôts fluviatiles de ces deux périodes nous permettra de choisir entre ces deux interprétations.

CONCLUSIONS

Stratigraphie.

EOCÈNE.

Eocène inférieur : Sables inférieurs à Nummulites.

Eocène moyen.

Composition : Le Calcaire de Blaye.

Les couches marines et lacustres de Plassac.

Divisions : composition du Lutétien.

Eocène supérieur : Le Calcaire de Saint-Estèphe.

OLIGOCÈNE.

Oligocène inférieur : Sannoisien.

Oligocène moyen : Stampien.

Oligocène supérieur : Chattien et Aquitanien.

MIOCÈNE.

RÉSULTATS.

Tectonique.

Structure tectonique du département de la Gironde (fig. 55, 56, 57; pl. C, D, E).

LES ACCIDENTS TRANSVERSAUX.

LES ACCIDENTS LONGITUDINAUX.

RELATIONS ENTRE LES PRINCIPAUX FAITS DÉCRITS DANS CE MÉMOIRE ET LES FAITS DU MÊME ORDRE DE LA RÉGION ATLANTIQUE.

Synchronismes.

Relations de la structure tectonique de la Gironde avec celle des régions du littoral atlantique sud.

CONCLUSION.

STRATIGRAPHIE

ÉOCÈNE

ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Sables inférieurs à Nummulites

La première formation tertiaire du Bassin girondin consiste dans des Sables plus ou moins argileux et des grès renfermant

de nombreux Foraminifères. Ces dépôts détritiques, épais de 200 mètres vers le centre du bassin, indiquent le voisinage d'une aire continentale en voie de surélévation et l'affaissement de la bordure nord-ouest du Bassin d'Aquitaine.

L'extension vers l'Est de la mer des *Sables à Nummulites* est représentée sur la carte I de la planche C par la ligne *E i*.

Composition

Les *Sables inférieurs* sont bien connus par les forages situés dans la vallée de la Garonne, de Langon à Bordeaux, et sur les deux rives de l'estuaire. Les principaux de ces forages figurent dans les planches A (f. 1, 6, 7, 10, 14, 15) et B (f. 39, 44).

Partout où les *Sables à Nummulites* ont été traversés on constate que les différentes assises présentent un même ordre de superposition. Au-dessus d'une couche de base d'une dizaine de mètres d'épaisseur on rencontre des sables argileux fins, très glauconieux et renfermant la première faune de Foraminifères de l'Eocène inférieur de l'Aquitaine.

Avec une importance sensiblement égale, viennent ensuite des sables verts, fins, et des grès, moins glauconieux, renfermant la même faune que la partie inférieure, sauf le couple *N. aquitanicus-girondicus* qui apparaît dans ce niveau.

Enfin la partie supérieure, moins épaisse, est formée de sables grossiers ayant, au sommet, le caractère de dépôts littoraux. Ces dernières assises renferment, en plus de la faune précédente qui persiste, *N. uroniensis, Assilina spira* et *Alveolina elongata*.

Les trois niveaux des *Sables à Nummulites* constituent les zones I, II et III de l'échelle stratigraphique de la Gironde (diagramme II de la planche C).

L'Eocène inférieur voit se former l'ébauche des unités tectoniques qui vont devenir par la suite les lignes directrices du plan structural du *synclinal girondin*, soit : le *synclinal de Pauillac*, l'*anticlinal de Listrac-Blaye* et le *synclinal de Bordeaux* (fig. 4, p. 62).

Attribution des trois niveaux des Sables a Nummulites

Contrairement à l'opinion admise par un grand nombre d'auteurs, nous avons maintenu dans l'Eocène inférieur la totalité des Sables à Nummulites *de la Gironde.*

Cette solution s'appuie sur les arguments suivants :

1° Continuité de la sédimentation sableuse et concordance des dépôts jusqu'au sommet du niveau III.

2° Identité de la faune de Foraminifères des Sables à Nummulites *avec celle de l'Eocène inférieur du Béarn.*

3° Changement général de facies et de faune au-dessus du niveau III et discordance des nouveaux dépôts calcaires sur les sables grossiers à Nummulites

Stratigraphie, paléontologie et tectonique s'accordent pour réunir les Sables à Nummulites de la Gironde dans une même période géologique, l'Eocène inférieur.

D'après la composition de la faune et par analogie avec les divisions de l'Eocène inférieur du Bassin de Paris, on peut admettre que la partie inférieure de ces sables (zone I) représente le Thanétien et que la partie moyenne et supérieure (zones II et III) correspond au Cuisien. Mais, l'argument stratigraphique faisant défaut par suite de la continuité de la sédimentation, cette division en deux étages ne peut avoir qu'une valeur indicative.

ÉOCÈNE MOYEN

COMPOSITION

Le Calcaire de Blaye

(zones IV, V et VI)

Les *Sables à Nummulites* sont surmontés par une formation puissante, caractérisée par la prédominance du facies calcaire, le *Calcaire de Blaye*.

Dans la partie nord du *synclinal girondin* le rivage *E. m.* (planche C), de la mer du *Calcaire de Blaye*, s'étend moins loin sur le flanc de l'*anticlinal A* que celui des *Sables à Nummulites*. Dans la partie centrale (région de Libourne), au contraire, le *Calcaire de Blaye* est transgressif sur ces Sables et s'avance jusqu'aux environs de Castillon.

Au Sud, l'*anticlinal VI* (Villagrains-Landiras), relevé, a formé une barrière qui n'a pas été franchie par la mer de l'Eocène moyen. La ligne de rivage *E. m.* montre que le *synclinal girondin* se trouve ainsi nettement individualisé.

Le *Calcaire de Blaye* est formé de dépôts variés. Sur la bordure littorale orientale, dans la région de Libourne, et au Nord-Est de Blaye, on ne trouve que des dépôts sableux grossiers, tandis qu'à l'Ouest, au centre du synclinal (Arcachon), le facies calcaire est général. Dans la partie médiane du *synclinal girondin* il y a mélange intime ou superposition des éléments calcaires et sableux. L'alternance des couches, calcaires et détritiques, varie selon les régions et sur des distances très rapprochées (fig. 5, p. 117).

Malgré ces variations on observe dans les forages un ordre des dépôts très constant : calcaires marneux épais à la partie inférieure, dépôts détritiques à la partie moyenne et bancs calcaires à la partie supérieure. Nous avons fait de ces trois niveaux les zones IV, V, VI de l'échelle stratigraphique de la Gironde (diagramme II, planche C).

Les affleurements de Blaye et de Couquèques appartiennent au sommet du niveau supérieur. Les divisions qui avaient été établies dans ces affleurements, d'après la répartition des faunes d'Echinides, ne peuvent donc pas être maintenues. La répartition des Echinides ne résulte pas d'une succession dans le temps mais de la formation d'associations variables selon les facies.

L'affleurement de Saint-Palais est constitué par le niveau inférieur et moyen du *Calcaire de Blaye* (zones IV et V).

A Saint-Nicolas (fig. 23, p. 205), on peut observer la superposition du niveau supérieur à *Ech. burdigalensis* au niveau moyen à *Ech. dorsalis*.

Ces différents faits sont mis en évidence dans la coupe IV de la figure 21 (p. 197).

L'affleurement à Listrac (Peyrelevade), d'après sa faune, doit être rapporté au niveau moyen (Saint-Palais supérieur).

La composition des affleurements du *Calcaire de Blaye* est résumée dans la figure 25 (p. 221).

Les Couches marines et lacustres de Plassac

Couches marines a O. Cucullaris et a Sismondia intermedia
(zone VII, planche C, II)

Le *Calcaire de Blaye* est recouvert par des dépôts marins détritiques, peu épais, connus sous le nom de couches à

O. cucullaris. Ces dépôts ont une composition variable : ils sont sableux à l'Est de Blaye, argileux, marneux ou calcaires dans la région de Blaye et calcaires dans le Bas-Médoc, à Couquèques. En général, ils sont séparés du *Calcaire de Blaye* par une ligne de ravinement; mais celle-ci est du même ordre d'importance que celles qui affectent certaines assises du sommet du *Calcaire de Blaye*. A Couquèques on constate le passage du *Calcaire de Blaye* au *Calcaire à Sismondia intermedia,* équivalent latéral des couches à *O. cucullaris* de Blaye et de Listrac.

Couches lacustres de Plassac
(zone VIII, planche C, II)

Les couches marines de Plassac sont surmontées par des dépôts continentaux : sables fluviatiles à l'Est dans la région de Libourne, argiles vertes dans la partie centrale des *synclinaux de Bordeaux* et *de Pauillac* et calcaire lacustre dans la région de l'*anticlinal de Listrac-Blaye*.

Ces nouveaux dépôts sont concordants avec les précédents. Dans le Bas-Médoc, ils viennent finir en biseau dans la région de Couquèques, qu'ils ne dépassent pas vers le Nord.

DIVISIONS DE L'ÉOCÈNE MOYEN
COMPOSITION DE L'ÉTAGE LUTÉTIEN

L'Eocène moyen comprend cinq niveaux dont nous avons fait les zones IV, V, VI, VII et VIII.

Les zones ainsi définies ne possèdent pas la même signification : elles constituent en réalité deux groupes, soit de haut en bas :

2e groupe	Zone VIII. — *Calcaire lacustre de Plassac.* Zone VII . — Couches à *O. cucullaris.* Zone VI. . — *Niveau supérieur* du *Calcaire de Blaye.*
1er groupe	Zone V. . . — *Niveau moyen* du *Calcaire de Blaye.* Zone IV. . — *Niveau inférieur* du *Calcaire de Blaye.*

Chacun des deux groupes comprend une phase transgressive,

zones IV et VI, et une période de régression, zone V (1er groupe) et zones VII et VIII (2e groupe).

Les assises du 1er groupe (zones IV et V) possèdent une faune générale et en particulier une faune de Foraminifères qui se trouve, dans les Landes (Pédelail) et dans les Basses-Pyrénées, dans le Lutétien moyen, au-dessous des Calcaires à *Nummulites aturicus* et *Ass. exponens*.

De plus le Lutétien moyen des Landes prend fin également sur une phase de régression et est séparé du Lutétien supérieur par une discordance. La stratigraphie, la paléontologie et la tectonique s'accordent par conséquent à placer les niveaux IV, V du *Calcaire de Blaye* dans le Lutétien inférieur et moyen.

La partie inférieure et moyenne du niveau VI représente une transgression en deux étapes. Les assises terminales de ce niveau (couches à Mollusques et à Echinides) correspondent à une première régression. Les zones VII et VIII constituent deux nouvelles étapes de la régression générale qui marque la fin d'un cycle de sédimentation.

L'Eocène moyen se divise ainsi en deux sous-étages. La coupure entre les deux groupes est importante. Elle est marquée sur la bordure nord du Bassin girondin *par une lacune et une discordance* (fig. 23, II, p. 205). *De plus elle s'accompagne de changements importants dans la composition de la faune.*

Le deuxième groupe, zones VI, VII et VIII, dont la puissance n'atteint pas le quart de celle du premier groupe, constitue le Lutétien supérieur.

Jusqu'à ce jour les couches marines et lacustres de Plassac ont été séparées du Calcaire de Blaye *et rapportées au Bartonien. La nouvelle attribution repose sur trois ordres d'arguments.*

1° Stratigraphie. — Les couches marines et lacustres de Plassac sont concordantes avec celles du Calcaire de Blaye *et représentent les dernières phases d'une régression qui avait commencé avec les dernières assises de ce Calcaire.*

2° Paléontologie. — Les quelques espèces (O. cucullaris, N. variolarius, Palœotherium girondicum *et* Limnea longiscata) *qui ont servi à rapporter les couches de Plassac au Bartonien n'ont pas la signification qui leur a été donnée.*

3° Tectonique. — Pendant le dépôt des couches marines et lacustres de Plassac le synclinal girondin *continue à se déformer selon le même plan structural que pendant la formation du* Calçaire de Blaye (fig. 8, I et II, p. 139). *Par contre ce plan subit de grandes modifications pendant la période qui suit* (Calcaire de Saint-Estèphe) (fig. 39, I, p. 349). *Un argument tectonique plus général sera trouvé, plus loin, dans le synchronisme des mouvements du sol qui entraînent simultanément les bassins périphériques du Massif Central à partir du début du Lutétien supérieur.*

En définitive, **l'étage Lutétien (Eocène moyen) est composé en Gironde par le Calcaire de Blaye et les couches marines et lacustres de Plassac.**

L'échelle de Foraminifères de l'Eocène moyen de la Gironde, comparée à celles des Landes et des Basses-Pyrénées, fait ressortir le parallélisme des différentes parties du Lutétien du *synclinal girondin* avec celles des autres synclinaux de l'Aquitaine occidentale (fig. 31, p. 299).

Le tableau des synchronismes de la page 303 étend ce parallisme aux bassins de l'Ouest et du Nord.

ÉOCÈNE SUPÉRIEUR

Le Calcaire de Saint-Estèphe

Au-dessus du Lutétien on trouve en Gironde, et principalement dans le Médoc, des dépôts marins de composition variable désignés par l'expression générale « *Calcaire de Saint-Estèphe* ».

Les limites de la mer du *Calcaire de Saint-Estèphe* au moment de sa plus grande extension sont représentées dans la carte I de la planche C par ligne *E s*.

La position de cette ligne de rivage, comparée à celle du rivage lutétien E m, *montre que les dépôts marins de l'Eocène supérieur se sont effectués dans un synclinal dont les bords avaient été relevés pendant le mouvement de régression de la fin du Lutétien.*

Composition

(Diagramme II, planche C, zones IX et X)

La transgression de l'Eocène supérieur comprend trois phases auxquelles correspondent respectivement le *Calcaire de*

Saint-Yzans, le *Calcaire de Saint-Estèphe s. str.* et les Marnes blanches et les Argiles à *Sismondia occitana* et *Ostrea bersonensis.*

Les deux premières formations représentent deux étapes d'un même mouvement transgressif. Nous les avons réunies dans une même zone IX, formée de deux parties, IX^a et IX^b. La troisième, qui constitue la zone X, est séparée de la seconde par un mouvement de régression.

Latéralement, vers l'Est, les formations marines de l'Eocène supérieur ont pour équivalent des dépôts continentaux : l'Argile à *Palœotherium* (Bourg) et, plus loin, des sables argileux mollassiques.

Ces différents faits sont représentés dans le diagramme II de la planche C (zones IX^a, IX^b et X).

Les affleurements de l'Eocène supérieur dans le Médoc sont étendus. Nos recherches ont eu pour but de délimiter les trois zones qui les composent. Les résultats de cette partie de notre étude sont représentés dans les cartes des figures 35 (Bas-Médoc) et 37 (Région de Listrac) (p. 320 et 331).

Composition de l'étage Bartonien

La faune des zones IX^a, IX^b et X est homogène. Les différences avec la faune lutétienne sont nettement marquées. De même, au sommet, des marnes superposées à la zone X (Calcaire à Anomies) *renferment une faune franchement oligocène.*

Ces caractères donnent fortement l'idée que les zones IX^a, IX^b et X appartiennent à un même cycle de sédimentation et constituent un même étage géologique, le Bartonien (s. lat.).

Le tableau des synchronismes des pages 360-361 montre la composition de cet étage ainsi que les rapports des niveaux de la Gironde avec ceux du Bassin de Paris.

OLIGOCÈNE

OLIGOCÈNE INFÉRIEUR

Sannoisien

Les Marnes blanches à *Sismondia occitana* du Médoc, les Argiles à *O. bersonensis* de la région de l'estuaire moyen et

l'Argile à *Palœotherium* de la partie orientale du *Bassin girondin* sont recouvertes par un calcaire marin renfermant une faune oligocène : le *Calcaire à Anomies*. Nous en avons fait la zone XI.

Au-dessus du *Calcaire à Anomies* viennent deux sortes de dépôts.

A l'Est, dans le grand golfe du Libournais qui recevait les apports détritiques provenant de l'érosion du Massif Central, on trouve des sables continentaux fins, micacés, argileux ou gréseux. Ce dépôt, de composition uniforme dans toute la région du Libournais et de l'Entre-deux-Mers, est appelé la *Mollasse du Fronsadais*.

Des dépôts plus fins se déposaient vers l'Ouest dans la région de Bordeaux et de la vallée de la Garonne. Ils consistent en des argiles épaisses, jaunâtres ou grises, sableuses ou marneuses, marines dans leur partie inférieure et continentales au sommet.

Au Nord, dans le *synclinal de Pauillac*, les dépôts de cette période sont marins. Dans la partie sud du synclinal on trouve des Marnes à Anomies et des argiles vertes, et dans la partie nord (région de Couquèques) des marnes jaunâtres ou blanches de caractère plus franchement marin. *Mollasse du Fronsadais*, Argiles du *synclinal de Bordeaux* et Marnes du *synclinal de Pauillac* constituent trois facies équivalents de la zone XII (diagramme II, planche C).

Les dépôts marins de la zone XII sont recouverts par un dépôt continental qui se présente sous deux aspects : calcaire lacustre à l'Est et au Nord et argile verte ou jaunâtre dans le centre du *synclinal de Bordeaux*. L'expression « *Calcaire lacustre de Castillon* » désigne les deux sortes de dépôts.

Le *Calcaire lacustre de Castillon*, représentant une phase de régression générale, constitue une nouvelle zone, la zone XIII.

Enfin à l'Ouest, dans la région d'Arcachon, les zones XI, XII et XIII sont constituées par des calcaires gris à Nummulites dans lesquels l'élément sableux trahit des influences continentales qui ne se manifestaient pas dans les périodes qui précèdent et qui suivent.

Les terrains des zones XI, XII et XIII forment un cycle de sédimentation complet comprenant une transgression, une régression graduelle et une régres-

sion générale; ensemble ils constituent l'étage Sannoisien.

OLIGOCÈNE MOYEN

Stampien

Après la régression de la fin du Sannoisien, une transgression générale, la plus importante en Gironde des temps tertiaires, vient recouvrir la presque totalité du département. Seule une bande étroite au NE reste émergée.

La ligne de rivage *S t* de la carte I (pl. C) représente la limite atteinte par la mer stampienne au moment de sa grande extension.

Le *synclinal girondin* ne constitue que la partie nord du grand bassin stampien. La mer l'envahit, selon l'axe du *synclinal de Bordeaux,* et s'avance vers l'Est. Les premiers dépôts sont argileux et caractérisés par la constance d'une grande Huître, *O. longirostris.*

A l'Argile à *Ostrea longirostris* font suite des marnes et des calcaires marneux puis, après une phase de régression de faible amplitude suivie d'une nouvelle transgression, des calcaires jaunâtres bien connus sous le nom de *Calcaire à Astéries.*

Le Médoc, du moins dans sa partie orientale, ne semble avoir été recouvert que pendant la seconde transgression stampienne. Il a dû être également abandonné dès le début de la phase de régression. Il s'ensuit que les termes inférieur et supérieur du Stampien n'y sont pas représentés.

A l'Est, vers la limite du département, le *Calcaire à Astéries* passe à des mollasses, marines d'abord puis continentales, la *Mollasse de l'Agenais.* Les limites de la mer stampienne ne coïncident pas avec celles du grand bassin de subsidence du centre de l'Aquitaine : la plus grande partie de ce bassin est comblée en effet par les dépôts continentaux (coupe V, planche C).

La période stampienne constitue un cycle géologique homogène. Nous en avons fait la zone XIV (diagramme II, planche C).

Les niveaux *a, b, c* ne représentent que des épisodes de ce cycle : leur distinction n'est pas assez tranchée pour qu'on puisse les rattacher à des mouvements généraux et leur donner ainsi la valeur d'une zone.

Le Stampien de la Gironde pose peu de problèmes de stratigraphie; aussi, dans le Médoc, le principal objet de notre étude a été de délimiter exactement l'étendue des affleurements. Les résultats de nos recherches sont représentés dans les cartes des figures 41 (p. 367), 42 (p. 371), 44 (p. 375) et 46 (p. 391).

L'étendue de ces affleurements montre que le *Calcaire à Astéries* joue un grand rôle dans la composition du sol, dans le relief et dans la vie économique de la partie médiane du Médoc.

OLIGOCÈNE SUPÉRIEUR

Chattien et Aquitanien

L'étude des terrains rapportés au Chattien et à l'Aquitanien n'est pas comprise dans notre travail. Nous avons seulement précisé leurs relations stratigraphiques, dans la partie sud du Médoc, et leurs rapports avec la tectonique générale de l'Aquitaine du Nord.

Nous avons tiré argument des résultats de nos observations dans ces deux régions pour maintenir ces deux étages dans l'Oligocène.

Composition de l'Oligocène

La période oligocène comprend ainsi trois parties :

Oligocène inférieur : Sannoisien, zones XI, XII, XIII.

Oligocène moyen : Stampien, zone XIV.

Oligocène supérieur : Chattien, Aquitanien, zones XV et XVI.

La composition d'ensemble de l'Oligocène est résumée dans le tableau général des synchronismes de la page 448.

MIOCÈNE

Les terrains miocènes ne constituent qu'un mince affleurement dans la partie sud du Médoc. Leur composition étant bien connue, grâce à des travaux récents, nous n'en avons pas fait une étude nouvelle.

Nous avons seulement délimité leur extension dans le Médoc (carte de la figure 52, p. 453) et montré les relations du Miocène de la Gironde avec la grande transgression miocène qui a recouvert la partie occidentale de l'Aquitaine. En précisant ces relations (carte de la figure 53, p. 455) nous avons eu

principalement pour but de définir les mouvements qui ont affecté le *Bassin girondin* pendant et après le Miocène (fig. 54, p. 461).

RÉSULTATS

Les résultats de l'étude stratigraphique des terrains tertiaires du Médoc et, en général, de la Gironde sont résumés dans le tableau ci-après de la composition des étages.

Les mêmes résultats sont représentés, d'une autre manière, dans le diagramme général des synchronismes (II) de la planche C.

La caractéristique de notre classification des terrains est la division des zones. *Nous avons distingué une zone chaque fois qu'un mouvement d'ensemble du* Bassin girondin *a délimité un groupe d'assises d'après les modifications qu'elles présentent dans leur répartition et leur facies.*

Nous avons ainsi délimité dix-huit zones, c'est-à-dire défini dix-huit de ces mouvements d'ensemble. Les niveaux qui composent certaines zones correspondent également à des mouvements du même ordre, mais de moindre amplitude ou ayant un caractère moins général.

Au total, zones et niveaux individualisent vingt-huit mouvements d'ensemble positifs ou négatifs qui ont abaissé ou élevé le Bassin girondin *du début du Tertiaire à l'Helvétien.*

Ce serait avoir une représentation inexacte de la réalité que de s'imaginer vingt-huit oscillations brusques séparées par des périodes de stabilité. La discontinuité apparente est introduite par les nécessités du langage et de la représentation spatiale. En fait chacune de ces oscillations marque seulement la position extrême de la mer au terme d'un mouvement d'élévation ou d'abaissement du continent. Mais la représentation d'un mouvement uniforme aboutirait également à une conception inexacte. L'étude des facies a en effet montré qu'un mouvement d'ensemble se décomposait en oscillations secondaires, d'amplitude et de durée variables.

Chaque mouvement d'ensemble ne peut être par conséquent défini ni par une discontinuité radicale ni par une continuité absolue. Il serait plus exact de se représenter un mouvement continu comportant des phases d'accélération et des phases de ralentissement de même sens ou de sens contraire. Le résultat

d'ensemble est un mouvement cyclique dont chaque cycle se décompose en oscillations alternativement positives et négatives.

Les mouvements d'ensemble d'élévation et d'abaissement du *Bassin girondin* se produisent selon un certain ordre.

1° La loi générale de l'ordre de succession de ces mouvements consiste dans un relèvement progressif du département de la Gironde vers le Nord-Est et vers l'Est.

2° La réalisation de ce plan comporte deux périodes distinctes : l'Eocène d'une part et l'Oligocène et le Miocène d'autre part. Pendant l'Eocène les lignes de rivage tendent à se resserrer à l'intérieur du synclinal girondin. Les lignes de rivage du Stampien, de l'Aquitanien et de l'Helvétien s'étendent au contraire largement vers l'Est. Ce caractère est mis en évidence dans la planche C par la position des lignes de rivage S t, A q *et* H *de la carte I et par le diagramme IV.*

La différence entre ces deux périodes suppose l'action de poussées de sens différent, de direction Sud-Nord pendant la première période et de direction NE-SO pendant la seconde. Les causes directrices des mouvements d'ensemble qui affectent le Bassin girondin *sont donc étrangères à ce bassin.*

3° La position des lignes de rivage et la répartition des facies dépendent également de phénomènes propres au Bassin girondin *et consistant dans la formation progressive d'un système tectonique.* Les mouvements d'ensemble s'accompagnent en effet de déformations locales dont le développement progressif réalise le plan structural actuel.

Il reste à définir les relations de ces déformations avec les mouvements d'ensemble du bassin, c'est-à-dire à faire connaître les caractères du plan structural de la Gironde.

STRUCTURE TECTONIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA GIRONDE

La structure tectonique de la Gironde qui se dégage de l'étude des différents étages du Tertiaire est représentée dans la carte de la figure 55. Les unités tectoniques qui la composent sont de deux sortes : les unes sont dirigées SE-NO parallèlement à la

DIVISIONS			ZONES		DÉSIGNATION ET CLASSEMENT DES TERRAINS		
MIOCÈNE	HELVÉTIEN		XVIII		Faluns de Salles. Mollasse de Martignas et de Salles.		
MIOCÈNE	BURDIGALIEN		XVII		Faluns de St-Médard, Léognan, Saucats. Mollasse du Haillan et de Léognan.		
OLIGOCÈNE	SUPÉRIEUR	AQUITANIEN	Sup.	XVI	d.	Calcaire lacustre supérieur	
					c.	Falun supérieur du Haillan.	Falun de Lariey.
					b.	Calcaire lacustre inférieur	
			Moy.		a.	Falun inférieur de Gajac et de Saint-Médard.	Couches à Potamides et *O. aginensis.*
			Inf.	XV		Marnes de Saint-Médard-en-Jalles et de Bernachon et Argiles de Bordeaux.	Calcaire blanc de l'Agenais.
	MOYEN	STAMPIEN	Sup.	XIV	b.	Calcaire à Astéries : Médoc, Bourgeais, Entre-Deux-Mers.	
			Inf.		a.	Calcaire marneux à Mollusques et à Polypiers.	Argile à *O. longirostris.*
	INFÉRIEUR	SANNOISIEN	Sup.	XIII		Argile verte et calcaire lacustre.	Calcaire lacustre de Castillon.
			Moy.	XII		Argile verte à concrétions. Marnes à Anomies.	Mollasse du Fronsadais.
			Inf.	XI		Calcaire à Anomies	
EOCÈNE	SUPÉRIEUR	BARTONIEN	Sup.	X		Marnes blanches à *S. occitana.* / Argiles à *O. bersonensis.*	Argile à *Palœotherium.*
			Inf.	IX	b.	Calcaire de Saint-Estèphe	
					a.	Calcaire de Saint-Yzans.	
	MOYEN	LUTÉTIEN	Sup.	VIII		Calcaire lacustre de Plassac.	Sables fluviatiles du Libournais.
				VII		Calcaire à *S. intermedia.* / Argile à *O. cucullaris.*	
				VI		2. Calcaire à Mollusques et à Polypiers de Blaye, Couquèques et Saint-Nicolas supérieur. 1. Calcaire à Milioles compact.	
			Inf.	V		Sables grossiers, argiles, marnes, calcaires; affleurements de Listrac, Saint-Palais supérieur et Saint-Nicolas inférieur.	Sables argileux.
				IV		Calcaire marneux et argileux. Calcaire à Echinides de Saint-Palais inférieur.	
	INFÉRIEUR	CUISIEN	Sup.	III		Sables grossiers à *N. aquitanicus.*	
			Inf.	II		Sables et grès verts glauconieux.	Sables fluviatiles grossiers.
		THANÉTIEN		I		Sable argileux glauconieux.	

MATHERON 1867-1878	VASSEUR 1881-1884	LINDER 1872-1892	BENOIST 1881-1889	BLAYAC 1930	M. ABRARD
Miocène (moyen)	Miocène (moyen)	Miocène (moyen)	Miocène (moyen)	Miocène (moyen)	Miocène (moyen)
(Miocène inf^{r})	Miocène inférieur	Aquitanien (Miocène inf^{r})	Aquitanien (Miocène inf^{r})	Aquitanien (Miocène inf^{r})	Aquitanien (Miocène inf^{r})
Tongrien		Stampien	Stampien	Stampien	Stampien
		Sannoisien	Infratongrien (1882) (1889)	Sannoisien	Sannoisien
(Eocène sup^{r}) (1867)	(Eocène sup^{r})	Ligurien (Ludien)	Ligurien (Ludien)	Ludien	Ludien (Wemmelien) (Bartonien supérieur)
(1878)					Lédien
Bartonien	Bartonien	Bartonien	Bartonien	Bartonien	(Bartonien inférieur)
Lutétien inf. et moyen	Lutétien Calc. gross. supérieur Calcaire	Lutétien supérieur moyen	Lutétien	Lutétien	Lutétien
	grossier inférieur	inférieur			
		(Cuisien)	Yprésien (Cuisien) Sparnacien	Cuisien	Cuisien

bordure nord du *synclinal girondin;* les autres ont une direction sensiblement perpendiculaire à la précédente. Nous appellerons provisoirement les premières des accidents longitudinaux et les secondes des accidents transversaux. Nous les étudierons dans des coupes longitudinales et transversales, représentées dans les planches D et E et dont l'emplacement est marqué dans la carte de la figure 56. Les accidents transversaux seront étudiés en premier lieu car leur formation a commencé avant les autres.

ACCIDENTS TRANSVERSAUX

Ces accidents sont représentés, en profondeur, dans la coupe générale I de la planche D et, en surface, dans les coupes II et III de la planche E. Ces coupes traversent les terrains suivants :

Coupe I. — Eocène inférieur et zones IV, V et VI de l'Eocène moyen.

Coupe II. — Eocène moyen : zones VII et VIII; Eocène supérieur : zone IX^{a}.

Coupe III. — Eocène supérieur : zones IX^{b} et X; Sannoisien : zones XI, XII, XIII; Stampien : zone XIV.

Ces coupes mettent en évidence trois unités tectoniques que nous avons appelées, du Nord au Sud, le *synclinal de Pauillac,* l'*anticlinal de Listrac-Blaye* et le *synclinal de Bordeaux. Tous les terrains du Tertiaire sont affectés des mêmes déformations, mais celles-ci s'atténuent à mesure qu'on s'élève dans la série stratigraphique.*

Ce caractère général prouve que **la formation des trois unités tectoniques transversales s'est poursuivie pendant le Tertiaire et a continué sur le même plan après le Stampien** qui est le dernier étage représenté.

Mais cette formation présente des caractères particuliers propres à chaque période géologique et à chaque unité tectonique. C'est ce que nous avons voulu montrer dans le schéma général I' qui représente les différentes étapes des déformations transversales du *synclinal girondin.*

Schéma I' (Planche D)

On ne peut se représenter le relief du département de la Gironde au début de l'ère tertiaire. Aussi prendrons-nous

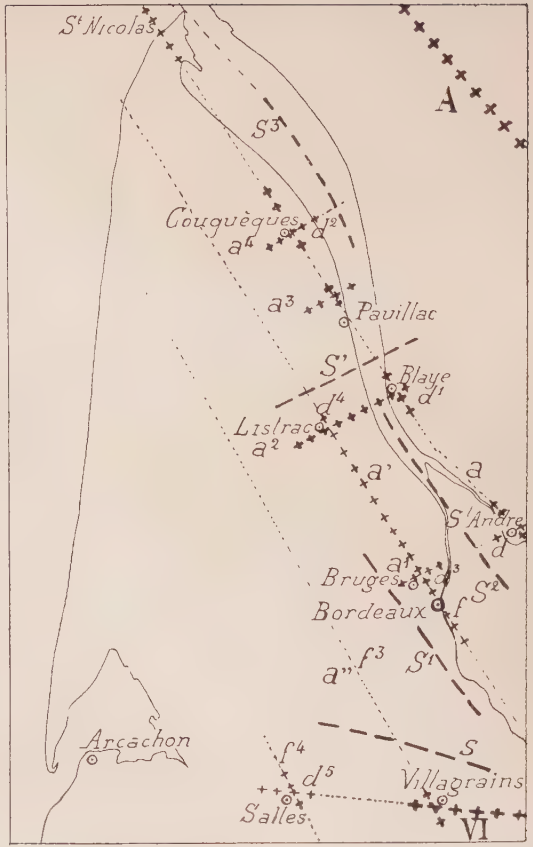


FIG. 55. — Vue d'ensemble de la structure tectonique du Médoc.

A, a, a', a'', f^4, S^1, S^2, S^3 : accidents longitudinaux (armoricains). — VI, a^1, a^2, a^3, a^4, S, S' : accidents transversaux (pyrénéens).

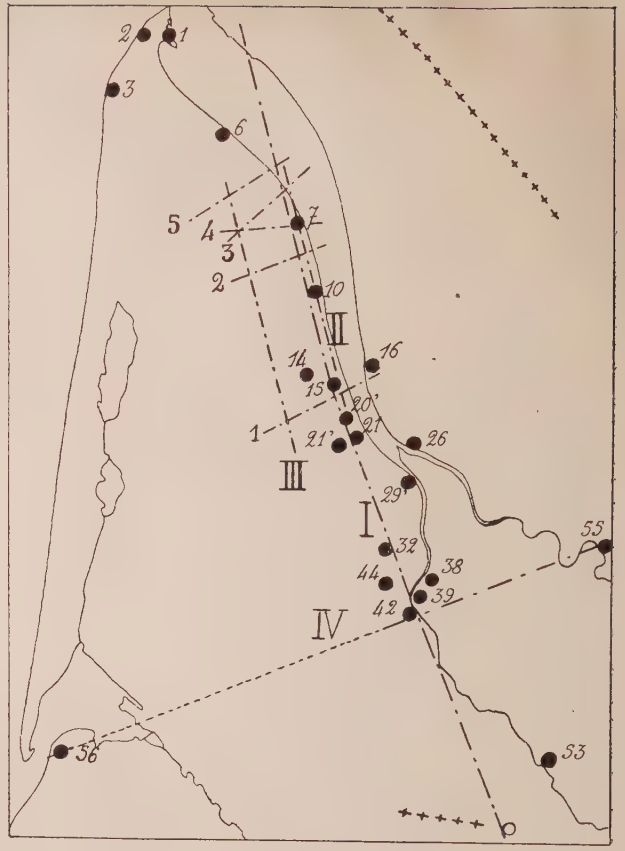


FIG. 56. — Coupes générales (Carte d'assemblage)

● Forages : planches A et B. — Planche D : coupes I et IV. — Planche E : coupes II, III, 1, 2, 3, 4, 5.

comme repère constant et comme point de départ des déformations la ligne du niveau marin au moment où la première mer éocène est venue recouvrir le Crétacé de la région qui deviendra le *Bassin girondin.*

Eocène inférieur

A la fin de l'Eocène inférieur la surface du Crétacé occupe la position F^1. Mais la subsidence S^1 ayant été inégale, par suite de la formation d'une zone de résistance à l'enfoncement dans la région de Lamarque, ce premier *synclinal girondin* forme l'ébauche des trois unités tectoniques représentées dans la coupe I (pl. D).

Eocène moyen (Lutétien)

Le fond du *synclinal girondin* s'affaisse et prend la position F^2. La subsidence S^2 est bien plus inégale que pendant la période précédente. Par rapport à la *zone anticlinale de Listrac-Blaye,* dans les deux *synclinaux de Pauillac* et *de Bordeaux,* son importance relative est exprimée par les nombres 2,62 et 4,35 contre les nombres 1,77 et 1,85 de l'Eocène inférieur.

L'enfoncement d'ensemble s'accompagne du relèvement des bordures du *synclinal girondin* (rivages L^2 et L").

Ces différents faits prouvent l'accroissement des poussées latérales Sud-Nord, c'est-à-dire des poussées pyrénéennes.

La coupe II (planche D) et les coupes I et II de la figure 8 (p. 139) montrent que les déformations du *synclinal girondin* ont continué à se produire, selon le même plan structural, pendant le dépôt des couches marines et lacustres de Plassac (zones VII et VIII). Nous avons trouvé là une des raisons pour maintenir ces couches dans l'Eocène moyen (Lutétien).

A la fin de l'Eocène moyen le *synclinal de Pauillac* a réalisé les 4/5 de sa structure définitive, l'*anticlinal de Listrac-Blaye* les 6/7 et le *synclinal de Bordeaux* les 2/3. Les poussées de direction pyrénéenne ont, par conséquent, développé la plus grande partie de leurs effets à la fin de l'Eocène moyen. Elles présentent des phases de paroxysme à la fin de l'Eocène inférieur, à la fin du Lutétien moyen (discordances : fig. 21, IV et

23, II, p. 197 et 205) et pendant la seconde partie du Lutétien supérieur (élévation d'ensemble du *synclinal girondin*).

Pendant cette dernière phase on voit l'intervention d'une poussée latérale venant de l'Est (fig. 8, coupes III et IV, p. 139) que nous étudierons avec la figure 57.

Eocène supérieur (Bartonien)

Le fond du *synclinal girondin* vient occuper la position F^3. La subsidence S^3 est bien moins importante que pendant les deux périodes précédentes. De plus le *synclinal girondin* s'est encore rétréci (rivages L^3 L'''). Les déformations ne suivent que de loin le plan structural antérieur. Elles présentent leur maximum dans la partie nord des deux *synclinaux de Pauillac* et *de Bordeaux* et l'*axe anticlinal de Listrac-Blaye* cesse de jouer un rôle directeur prépondérant.

L'échelle de la coupe I' est trop petite pour représenter ces faits; ceux-ci ont été mis en évidence dans les deux coupes de la figure 39 (p. 349).

L'Eocène supérieur marque, par conséquent, une coupure importante dans l'histoire de la formation tectonique de la Gironde. Cette période n'appartient plus à la phase pyrénéenne.

Sannoisien. — Stampien

Nous avons réuni ces deux étages pour la raison que les dépôts continentaux du Sannoisien ne permettent pas de préciser les déformations du *Bassin girondin* par rapport au niveau marin.

A la fin du Stampien le fond du *synclinal girondin* occupe la position F^4. Les déformations, pendant cette période, se produisent selon un plan nouveau dans lequel les unités tectoniques formées pendant l'Eocène inférieur et moyen ne jouent plus un rôle directeur. Les caractères des nouvelles déformations sont mis en évidence dans la coupe de la figure 50 (p. 427). Leur place dans les déformations de l'Aquitaine du Nord est représentée dans la coupe schématique V de la planche C.

Cette dernière figure montre que le Sannoisien ne fait qu'amorcer les déformations qui prendront toute leur ampleur au Stampien. Enfin, elle met en évidence, pendant cette dernière période, les rapports qui existent entre les dépôts conti-

nentaux et marins pendant le comblement du Bassin de subsidence de l'Agenais.

Aquitanien

L'affaissement du *synclinal girondin* sur le trajet de la coupe I a été faible. La subsidence S^5 abaisse le fond en F^5. La ligne de rivage est passée de L^4 à L^5.

Pour avoir la signification des déformations de l'Aquitanien il faut se reporter à la coupe générale V de la planche C. On voit en Gironde et dans le Nord de l'Aquitaine, qu'elles reproduisent, bien qu'atténuées, celles de la période stampienne. Nous avons trouvé là une raison pour maintenir l'Aquitanien dans l'Oligocène.

L'absence de terrains postérieurs à l'Aquitanien sur le trajet de la coupe I ne permet pas de suivre les déformations du *Bassin girondin* postérieures à cet étage. Tout ce qu'on peut constater ici, c'est un relèvement général, mais inégal, après l'Aquitanien, qui porte le fond du synclinal à la position R R^1 R^2... Ce relèvement étant lié aux déformations post-aquitaniennes ne pourra être étudié que sur la coupe transversale de la figure 57.

En résumé, **la formation des accidents transversaux, synclinal de Pauillac, anticlinal de Listrac-Blaye et synclinal de Bordeaux, montre que la structure du Bassin girondin se réalise progressivement et selon deux plans différents.**

Le premier, de style pyrénéen, se développe principalement pendant l'Éocène inférieur et moyen.

L'intervention du second se fait déjà sentir vers la fin du Lutétien et encore plus fortement pendant l'Eocène supérieur où il commence à exercer une action directrice. Celle-ci devient prépondérante au Sannoisien et prend toute son importance au Stampien. L'Aquitanien se rattache étroitement à ce second plan mais en diffère par un déplacement des formations vers l'Est, en Gironde, et vers le Sud, dans le Nord de l'Aquitaine.

Ce double déplacement, concrétisé dans la position des lignes de rivage S t, *du Stampien, et* A q, *de l'Aquitanien, dans la carte I de la planche C, montre que le facteur actif de la formation de ce second plan est le soulèvement du Massif Central.*

Les caractères de ce dernier plan structural ne peuvent être

précisés que par l'étude des accidents longitudinaux dans des coupes transversales perpendiculaires à ces accidents.

LES ACCIDENTS LONGITUDINAUX

Les accidents longitudinaux consistent essentiellement dans des zones anticlinales parallèles, *A, a, a' a'' a'''*, dirigées du Sud-Est au Nord-Ouest.

Nous étudierons ces accidents d'abord sur la bordure nord-est du *Bassin girondin,* dans le Bas-Médoc, puis dans sa partie centrale sur la direction Libourne-Bordeaux-Arcachon.

Bordure nord-est du Bassin girondin

Anticlinal A

L'*anticlinal A* ne constitue pas un accident initial antérieur au Tertiaire. Il a commencé au début de cette période par former une zone de résistance au mouvement d'enfoncement qui, pendant l'Eocène inférieur, entraînait la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine. C'est la première des flexures qui formeront les bordures continentales successives.

Pendant les phases de transgression de l'Eocène inférieur et moyen cette flexure a joué le rôle de charnière sur laquelle s'est agencé l'affaissement du *synclinal girondin.* L'épaisseur des dépôts de comblement de ces deux périodes est allée ainsi en croissant régulièrement vers le centre du synclinal et en présentant un même ordre de succession des assises.

Pendant les périodes de régression une surélévation de la zone *anticlinale A* venait s'ajouter à l'élévation d'ensemble du bassin, montrant ainsi l'existence d'une tendance autonome au soulèvement. Aussi, pendant chaque transgression consécutive à un abaissement du bassin, le rivage est resté en retrait du rivage immédiatement antérieur. C'est ainsi que se sont formées les lignes de rivage *E i* et *E m* représentées sur la carte I de la planche C.

Les coupes I, II et III de la figure 27 montrent la structure qui résulte de ces mouvements. Mais c'est dans le schéma IV de la figure 21 (p. 197) que se trouve leur explication. On y voit que les dépôts de chaque phase de transgression sont séparés des précédents par une lacune et une discordance angulaire.

*En résumé, l'*anticlinal A *consiste essentiellement dans une zone caractérisée par une tendance autonome au soulèvement, laquelle s'est manifestée par une résistance à l'abaissement pendant les périodes de transgression et par une surrection pendant les périodes de régression.*

Cette zone orientée NO-SE représente un plissement profond du matériel ancien : autrement dit, **l'anticlinal A constitue un plissement hercynien de direction armoricaine.**

Zone anticlinale A

Le flanc SO de l'*anticlinal A* ne se développe pas normalement. Il comporte, sensiblement sur l'emplacement de la rive gauche de l'estuaire, un relèvement parallèle à son axe.

Cet accident, de faible amplitude, si on le compare à l'*anticlinal directeur A*, délimite avec ce dernier une *zone synclinale* S^3 à large rayon de courbure.

L'*anticlinal a* et le *synclinal* S^3 n'ont été étudiés que dans les affleurements. Ils sont représentés dans la planche E, dans les coupes 2, 4 et 5, l'extrémité de la coupe III et, à l'extrême Nord du Médoc, dans la coupe III de la figure 23 (p. 205).

Vers le Sud, la *zone anticlinale a* passe par Blaye et se dirige vers Saint-André-de-Cubzac. Elle est figurée à Blaye dans la partie droite de la coupe 1 (planche E). A Saint-André, un stade de sa formation, pendant la fin du Lutétien supérieur, est mis en évidence dans les coupes III et IV de la figure 8 (p. 139).

De Blaye à Saint-André l'*anticlinal a* constitue la bordure orientale de la *zone synclinale* S^1 dont l'autre limite, à l'Ouest, est la *zone anticlinale a'*. La *zone synclinale* S^1 est représentée, en profondeur, dans la carte I de la figure 4 *bis* (p. 65) et, en surface, dans la coupe I de la planche E. Une phase de sa formation pendant le dépôt du *Calcaire de Blaye* est mise en évidence dans la carte I de la figure 7 (p. 127).

Partie centrale du Bassin girondin

(Coupes IV et IV' de la planche D et fig. 57)

La structure du *Bassin girondin* sur la direction Libourne-Bordeaux est représentée dans les coupes IV et IV' de la figure D.

Nous pourrions, sur ces deux figures, reprendre l'analyse des

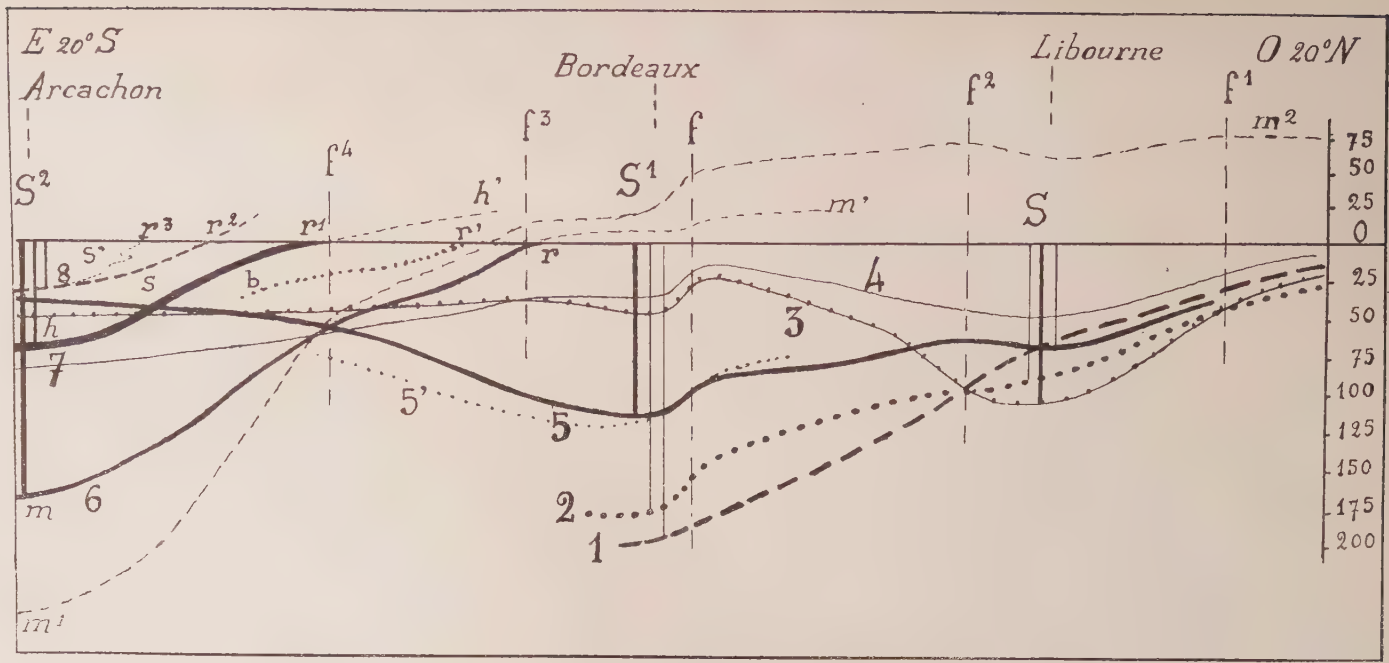


Fig. 57. — Les déformations du synclinal girondin, selon la direction Libourne-Arcachon, pendant les différentes périodes du Tertiaire.

Echelle : L = 1/600.000e; H = 1/5.000e

Déformations : 1, Eocène inférieur; 2, Lutétien inférieur et moyen (zones IV, V, VI); 3, Lutétien supérieur (couches marines et lacustres de Plassac, zones VII et VIII); 4, Eocène supérieur (Bartonien, zones IX et X); 5, Oligocène inférieur et moyen (Sannoisien et Stampien, zones XI à XIV); 5', Aquitanien (zones XV et XVI); 6, Miocène inférieur et moyen (Burdigalien et Helvétien, zones XVII et XVIII); 7 et 8, d'âge post-helvétien. — S, S^1, S^2 : bassins de subsidence. — f, f^1, f^2, f^3, f^4 : flexures. — r, r', r^1, r^2 : rivages miocènes et post-miocènes. — m m' et m^1 m^2 : position de la surface du Stampien à la fin du Miocène et actuellement. — s : Sables fluviatiles d'Arcachon. — s' : Sables coquilliers et argile brune marine du Bassin d'Arcachon.

déformations que nous avons faite avec la coupe longitudinale I. On retrouverait les mêmes phases et la même superposition de deux plans structuraux. Ce dernier caractère est ici parfaitement net. On voit, en effet, que l'Eocène inférieur et la partie inférieure et moyenne de l'Eocène moyen s'opposent ensemble aux terrains qui leurs sont superposés.

Mais nous allons étudier d'une autre manière la marche des déformations en suivant l'évolution de la flexure qui se rencontre à Bordeaux sur l'emplacement de la Garonne. La formation progressive de cet accident est représentée dans les schémas I' et IV'. Mais on ne voit pas, dans ces figures, la part qui revient exactement à chaque période et la place de ces déformations dans l'évolution du plan structural. La coupe transversale de la figure 57 permet de combler cette double lacune.

Dans cette figure les différentes lignes (1) représentent les déformations du *Bassin girondin,* de l'Est à l'Ouest, pendant les principales périodes du Tertiaire.

Zone anticlinale a' : flexure f

Lignes 1 et 2 : Sables inférieurs et Calcaire de Blaye

On ne connaît pas le substratum crétacé dans le *synclinal de Bordeaux;* on ne peut donc connaître ses déformations pendant l'Eocène inférieur. Celles-ci, si on en juge d'après le caractère général de l'enfoncement du synclinal pendant cette période, devaient être très atténuées et il est probable que la *flexure f* était à peine ébauchée.

Par contre, elle prend un relief déjà accusé pendant le dépôt du *Calcaire de Blaye :* la différence d'enfoncement entre les deux rives de la Garonne, à Bordeaux, est de 40 mètres. La carte II de la figure 7 (p. 127) montre la complexité des déformations qui constituent la *flexure f.*

Celles-ci laissent supposer l'intervention, dès le début de

---

(1) Le tracé de ces lignes comporte une part d'extrapolation dans les parties de la figure f-f^2 et f^3-f^4. Mais l'inconvénient de ce fait se trouve bien atténué pour la raison que, connaissant dans l'ensemble du bassin les relations de position entre les couches profondes et les couches superficielles, il est possible d'inférer de celles-ci à celles-là.

L'échelle des hauteurs a été intentionnellement exagérée pour mieux faire ressortir les caractères des déformations de chaque période et leur importance relative.

l'Eocène moyen, de poussées latérales venant de l'Est, mais contrariées et masquées par d'autres plus actives dirigées du Sud au Nord.

Ligne 3 : couches marines et lacustres de Plassac

La *ligne 3* représente les déformations du *synclinal de Bordeaux* pendant le dépôt des terrains des zones VII et VIII du Lutétien supérieur. En dehors de la différence d'importance de l'enfoncement d'ensemble, la ligne 3 ne diffère de la ligne 2 que par la présence d'une grande fosse de subsidence dans le Libournais. Ce nouvel accident est dû à l'action de la poussée orientale, amorcée pendant le Lutétien inférieur et moyen. On lui doit l'accentuation de la *flexure f* et l'allure anticlinale prise, par l'ensemble de la région de Bordeaux, à la fin du Lutétien supérieur.

Cette structure particulière explique qu'on rencontre dans la région de Bordeaux le passage des dépôts marins aux dépôts continentaux et le caractère détritique de ces deux sortes de sédiments.

Ligne 4 : Eocène supérieur

Les déformations du *synclinal de Bordeaux,* pendant l'Eocène supérieur, s'apparentent à celles de la période antérieure. Elles révèlent les mêmes causes et produisent les mêmes effets; la sédimentation argileuse et sableuse se poursuit, ce qui rend très difficile, ainsi que nous l'avons vu, la séparation dans les forages des parts respectives des zones VII, VIII, IX et X. Pendant cette période la *flexure f* continue à s'accentuer.

Ligne 5 : Oligocène inférieur et moyen

La *ligne 5* représente les déformations pendant le Sannoisien et le Stampien. Elle diffère profondément des deux précédentes, principalement, dans la région de Bordeaux, par la substitution d'un bassin de subsidence très actif à la zone anticlinale antérieure.

Pendant la grande transgression stampienne la *flexure f* manifeste son activité, comme pendant l'Eocène moyen, par une résistance à l'enfoncement.

A la fin du Stampien la part qui revient à chaque période

dans la formation de cette flexure est donnée par les nombres suivants :

Eocène moyen : partie inférieure et moyenne.	40 m.
Eocène moyen : partie supérieure	12 m.
Eocène supérieur	12 m.
Oligocène inférieur et moyen	26 m.
Total	90 m.

La période post-stampienne accentue la *flexure f* de 30 mètres; mais ce n'est plus dans la région de Bordeaux qu'on peut continuer à suivre sa formation. Il faut se déplacer vers l'Ouest. Pendant les phases de régression de l'Aquitanien la surélévation de la *flexure f* fait de celle-ci la bordure littorale (ligne 5'). A partir de ce moment elle joue le même rôle et elle se développe de la même manière que l'*anticlinal A*. Le déplacement des lignes de rivage r, r^1, r^2 résulte des mêmes phénomènes et en particulier de la surélévation de la bordure continentale pendant les phases de régression qui suivent l'Aquitanien, le Burdigalien et l'Helvétien.

La zone anticlinale a' présente, par sa direction et par son évolution, les mêmes caractères que l'anticlinal A. Elle doit avoir même origine, c'est-à-dire qu'elle doit représenter un plissement profond de direction armoricaine.

Zone anticlinale a'' : flexure f^3

Comme l'*anticlinal A*, la *zone anticlinale a'* se double en avant d'une flexure secondaire f^3 qui forme une nouvelle zone anticlinale, très atténuée, mais dont le rôle dans la topographie est cependant très important.

La direction anticlinale *a''* (fig. 55) est peu connue, car elle se trouve cachée par les terrains de revêtement. Sur la coupe de la figure 57 elle marque l'emplacement du départ de la grande *flexure* f^3 du Stampien. Vers le Nord, la *flexure* f^3 doit se prolonger parallèlement à la *zone anticlinale a'*, car le *Calcaire à Astéries*, au delà de celle-ci, ne présente d'abord qu'une faible inclinaison vers l'Ouest et ne s'infléchit brusquement, pour former le bassin miocène, que sur l'emplacement présumé de la *zone anticlinale a''*.

En définitive, c'est à la *flexure* f^3 qu'on doit les affleurements étendus du *Calcaire à Astéries* dans le Bas-Médoc et la présence d'une *zone axiale du Médoc,* de direction SE-NO, qui forme une ligne de partage des eaux.

Flexure F^4

Ligne 6 : Miocène

Dans la partie occidentale du *synclinal de Bordeaux* (partie gauche de la figure 57) on voit persister, depuis le début de l'Oligocène, une zone de résistance à l'enfoncement f^4 qui représente le premier stade de la formation d'une nouvelle flexure.

Pendant les phases de transgression la zone f^4 est entraînée dans le mouvement d'abaissement d'ensemble du *Bassin girondin,* mais elle ne suit pas l'affaissement du *synclinal de Bordeaux,* dans lequel elle se trouve comprise. Cette stabilité est la première manifestation de l'existence, en profondeur, d'une tendance autonome au soulèvement.

Par suite de l'élévation du *Bassin girondin* vers l'Est et du soulèvement croissant du Massif Central, les poussées venant du NE arrivent à s'exercer sur cette zone et y provoquent la formation d'une flexure. Celle-ci, pendant le Miocène, devient à son tour la charnière de l'affaissement de la bordure continentale et la limite d'un nouveau bassin de subsidence.

Lignes 7 et *8.* — Les déformations post-helvétiennes continuent celles du Miocène. Elles comportent également une nouvelle élévation de la partie orientale du *Bassin girondin* et un nouveau déplacement vers l'Ouest du bassin de subsidence et de la ligne de rivage.

Cette continuité des effets est la conséquence de la persistance des mêmes causes. La ligne m^1 m^2, qui représente la position actuelle de la surface du Stampien, fait ressortir le résultat dernier de ces déformations ainsi que le rôle de la *flexure* f^3 dans leur production.

Les mouvements post-helvétiens ont comporté deux phases bien distinctes : une élévation pendant laquelle le nouveau bassin de subsidence a été comblé par des *sables fluviatiles s* et une phase d'abaissement pendant laquelle le bassin a continué à s'affaisser et qui a superposé à ces sables des sédi-

ments marins dont le sommet est constitué par les dépôts actuels (1).

Les lignes 7 et 8 suivent dans leur formation les mêmes lois de développement que la ligne 6. Elles représentent par conséquent une simple phase de la formation de la structure tectonique du Bassin girondin.

Caractères généraux des accidents longitudinaux

Les accidents longitudinaux du système tectonique girondin consistent dans la formation progressive de plissements atténués de direction armoricaine. L'élévation vers l'Est du Bassin girondin, due au soulèvement graduel du Massif Central, fait que chacune de ces zones joue successivement le rôle de flexure de la bordure continentale.

Le parallélisme des zones anticlinales A - a - a' - a" - a'" et leur individualisation successive, ont pour conséquence le parallélisme et le déplacement de l'Est à l'Ouest des flexures continentales, des bassins de subsidence et des lignes de rivage.

D'après les observations tirées de la formation de l'*anticlinal A* et des *flexures f* et f^4, la formation d'un plissement de direction armoricaine du Tertiaire de la Gironde comprend les phases suivantes :

1° Apparition, dans une région du *synclinal girondin* en voie de formation, d'une résistance à l'enfoncement qui se manifeste d'abord par une stabilité du sol, puis par une flexure atténuée.

2° Accentuation du bord affaissé de la flexure pendant les périodes de transgression (abaissement d'ensemble du bassin).

(1) Les lignes 7 et 8 dans le bassin de subsidence S^2 rappellent de très près les lignes 3 et 4 dans le bassin *S*. Les *Sables fluviatiles d'Arcachon* et *du Libournais* se superposent également à des dépôts puissants formés pendant une grande transgression. Ils correspondent à une phase d'élévation générale du *Bassin girondin*, conséquence d'une surélévation importante du Massif Central. L'érosion active de ce massif fournissait à des cours d'eau à forte pente les matériaux grossiers qui comblaient les bassins d'affaissement de leur cours inférieur. Le fleuve lutétien et le fleuve post-helvétien ont eu un régime semblable. Ils diffèrent seulement par le déplacement des phénomènes de comblement de l'Est à l'Ouest, par suite de l'élévation du *Bassin girondin* pendant le Tertiaire.

3° Surrection du bord relevé de la flexure pendant les périodes de régression (élévation d'ensemble du bassin).

4° Emersion de la zone anticlinale ainsi formée en profondeur.

5° Développement en surface de la zone anticlinale par la persistance des modes de déformation qui l'ont produite et éloignement des lignes successives du rivage sur le flanc de l'anticlinal en voie de surrection.

Par rapport à cette loi de développement les différents accidents de direction armoricaine se présentent à un stade variable.

L'*anticlinal A* a atteint au début du Tertiaire la dernière phase de son développement, aussi sa surrection progressive ne peut être définie que par le déplacement des lignes de rivage des mers tertiaires successives qui sont venues recouvrir son flanc sud. Mais on doit supposer que les phases antérieures ont existé pendant le Crétacé supérieur. Dans le bassin de comblement de la mer crétacée de l'Aquitaine du Nord les *anticlinaux A'' A'* et *A* (fig. 1) ont dû suivre une loi de développement semblable à celle des accidents tertiaires que nous venons de définir. *Nous voulons dire par là que ceux-ci ne représentent pas quelque chose de nouveau et d'original mais qu'ils continuent la formation du plan structural de l'Aquitaine du Nord.*

La *zone anticlinale a'*, avec la formation de la *flexure f*, nous fait assister à toutes les phases de développement. Son rôle n'apparaît pas en surface tant que les poussées pyrénéennes exercent une action directrice prépondérante.

A partir du Lutétien supérieur elle s'accentue sous l'influence de poussées latérales venant de l'Est et *forme un seuil que les transgressions marines (excepté la transgression stampienne) ne franchissent que temporairement. Elle est donc responsable du grand développement que prennent les dépôts continentaux dans les parties centrale et orientale de la Gironde.*

La *flexure* f^4, plus récente et dont le développement est moins avancé, est moins bien connue. Nous avons pu cependant noter à son sujet la résistance à l'enfoncement, de l'Eocène supérieur à l'Oligocène supérieur, la formation de la flexure continentale au Miocène et l'émersion après l'Helvétien (Salles). Son

rôle, dans les déformations post-helvétiennes, est mis en relief dans la partie occidentale de la figure 54 et dans la coupe III de la figure 53.

La dernière phase de son développement ne pourra être définie qu'avec l'étude des sédiments post-helvétiens (Pliocène et Quaternaire) qui forment « les terrains de revêtement du Médoc ».

La constance d'une même loi de développement des accidents longitudinaux ne peut être expliquée que par la persistance des causes qui ont dirigé leur formation. Nous avons trouvé celles-ci dans le soulèvement progressif du Massif Central. Mais ce soulèvement ne provient pas d'une activité orogénique propre à l'ancien massif hercynien. Celui-ci n'est le siège de modifications structurales générales que dans la mesure où il subit les poussées latérales dues à la surrection du système alpin.

Les accidents longitudinaux, que nous avons appelés armoricains, expriment par l'ordre et le rythme de leur développement, les phases mêmes de la surrection de ce système.

On peut donc appeler période alpine celle où les accidents longitudinaux commencent à exercer une action directrice sur la sédimentation. Cette période débute dans la seconde partie du Lutétien supérieur pour la partie orientale du *Bassin girondin.* Pendant le Bartonien et le Sannoisien on voit le développement d'un nouveau plan, mais les poussées restent faibles. Elles présentent une activité maximum au Stampien et à l'Helvétien.

Chacune de ces deux périodes d'activité orogénique intense comporte deux phases. Pendant la première la bordure sud-ouest du Massif Central s'affaisse et on voit s'y former des bassins de subsidence que viennent combler des dépôts détritiques, continentaux ou marins (Stampien, fig. 57 et pl. C, V; Helvétien, fig. 54, p. 461).

La seconde phase consiste dans une élévation générale de la bordure du Massif Central entraînant le relèvement de la région précédente (Stampien, fig. 50, p. 427, plan d'élévation *M M'*; Helvétien, fig. 54, p. 461, plan d'élévation *n n'*).

Ces mouvements de grande amplitude, qui s'étendent au moins à toute la partie nord du Bassin d'Aquitaine, sont accom-

pagnés, dans le *Bassin girondin*, de l'accentuation des accidents longitudinaux (Stampien, fig. 50, II; Helvétien, fig. 54, p. 461).

Cette relation montre qu'il existe des rapports étroits entre ces accidents et les mouvements d'ensemble d'abaissement et d'élévation; autrement dit, elle met en évidence le rôle des poussées alpines dans la formation de la structure tectonique du Bassin girondin.

RELATIONS ENTRE LES ACCIDENTS TRANSVERSAUX (PYRÉNÉENS) ET LONGITUDINAUX (ARMORICAINS)

Entre les accidents transversaux (*anticlinaux* a^1, a^3, a^3, a^4 et *synclinaux* S *et* S') et les accidents longitudinaux (*anticlinaux* a, a' a'' a''' et *synclinaux* S^1, S^3, S^3), il existe des relations qui ne consistent pas seulement dans une simple succession dans le temps et dans une juxtaposition ou une superposition dans l'espace. Elles sont beaucoup plus complexes.

Relations dans le temps

Il y a d'abord un ordre de succession dans le temps en ce sens que les accidents pyrénéens se forment principalement pendant l'Eocène inférieur et moyen, tandis que les accidents armoricains prennent un développement croissant à partir de l'Eocène supérieur. Mais pendant la période pyrénéenne on a vu les accidents armoricains acquérir déjà un relief accusé, soit en surface *(anticlinal A)*, soit en profondeur (*zone anticlinale a'*, fig. 7, II, p. 127). Par contre, les accidents pyrénéens continuent à se développer pendant et après l'Oligocène; le relief de l'*anticlinal de Listrac-Blaye* est postérieur au Stampien (fig. 50, I, p. 427 et pl. E, c. III).

En réunissant les données tirées de l'importance des déformations et de l'amplitude des mouvements d'élévation et d'abaissement on peut résumer dans le tableau ci-après (1) les phases de la formation de la structure tectonique de la Gironde.

---

(1) Il ne faut pas considérer que les mouvements cités sont nettement individualisés et datés. Chacun d'eux représente seulement une direction dominante qui caractérise une période. Par cela même la classification des terrains tertiaires (zones) et les principales divisions (étages) se trouvent reliées aux causes qui les expliquent et les justifient.

PÉRIODE	PHASE	ÉPOQUE	MOUVEMENTS D'ENSEMBLE ET DÉFORMATIONS	ZONES
ALPINE	Alpine	Post-helvétien	*b)* Relèvement.	
		Burdigalien Helvétien	*a)* Abaissement en deux étapes; grandes déformations	XVII, XVIII
			Oscillations répétées et de faible amplitude.	XVI
		Aquitanien Stampien	*b)* Relèvement	XV
			a) Abaissement; grandes déformations	XIV
	Pré-alpine	Sannoisien Bartonien	Mouvements d'élévation et d'abaissement fréquents et de faible amplitude.	IX, X XI, XII et XIII
			Déformations atténuées avec prépondérance des accidents longitudinaux.	
PYRÉNÉENNE	Pyrénéenne	(Eocène moyen)	Abaissement d'ensemble; grandes déformations; accentuation des unités tectoniques transversales.	
		Lutétien supérieur	Intervention des poussées orientales	VIII
			Oscillations répétées et de faible amplitude.	
			b) Relèvement	VI^{b}, VII
			a) Abaissement	VI^{a}
		Lutétien inférieur	*b)* Relèvement	V
			a) Abaissement	IV
	Pré-pyrénéenne	Eocène inférieur	Abaissement d'ensemble; ébauche des unités tectoniques	I, II, III

Relations dans l'espace

Le développement simultané de deux systèmes tectoniques, sous l'action de deux poussées perpendiculaires l'une à l'autre, provoque des déformations identiques de chacun des deux systèmes.

La rencontre de deux axes anticlinaux aboutit à la formation d'une zone de surélévation à pendages périphériques, c'est-à-dire à une structure en dôme. Tout se passe comme si la tendance au soulèvement propre à chaque zone anticlinale s'ajoutait à leur lieu de rencontre.

Les axes anticlinaux d'un système s'abaissent en traversant les zones synclinales de l'autre système. La tendance au soulè-

vement de l'axe anticlinal est contrariée et parfois annulée par la tendance inverse à l'affaissement de la zone synclinale.

Le résultat, dans la région étudiée en surface, est la formation de dômes alignés selon les *zones anticlinales a* et *a'*, de direction armoricaine, et jumelés en raison de leur position sur les *anticlinaux transversaux* a^1 et a^2. Telle est l'origine des couples Saint-André-de-Cubzac-Bruges et Listrac-Blaye.

La partie sud de la carte en courbes de niveau de la surface du *Calcaire de Blaye* de la figure 26 (p. 229) montre les déformations complexes qui aboutissent à cette structure. On y voit également que les dômes possèdent le caractère dominant des accidents sur lesquels ils se trouvent. Les *dômes de Listrac* et *de Blaye* sont sur un anticlinal pyrénéen formé aux six-septièmes à la fin du Lutétien moyen. Ils possèdent, comme cet axe, des pendages dissymétriques accentués au Nord et atténués au Sud et ne sont séparés que par une zone d'ennoyage peu accentuée (pl. E, fig. 1; fig. 50, II, p. 427).

Le couple Saint-André-de-Cubzac-Bruges se trouve sur deux accidents armoricains qui se sont formés principalement à partir du Lutétien supérieur. Ils sont étroitement reliés à cet accident et séparés par la *zone anticlinale* S^2 (fig. 55).

Au Nord, le *dôme de Couquèques* joue un grand rôle dans le Bas-Médoc. Nous avons vu sa structure en étudiant le *Calcaire de Couquèques* et le *Calcaire de Saint-Estèphe.*

Au Sud, le pointement crétacé de Villagrains possède une structure en dôme parce qu'il se trouve au lieu de rencontre de l'*anticlinal VI* et de la *flexure* f^3 (fig. 55). Plus fortement encore que le *dôme de Listrac* il possède les caractères d'un accident pyrénéen.

Le *dôme de Salles* doit son existence à la rencontre du prolongement de l'*axe anticlinal VI* et de la *flexure* f^4 (fig. 55). Les deux *dômes de Villagrains* et *de Salles* n'ont acquis leur relief actuel que pendant le mouvement d'élévation d'ensemble du Bassin d'Aquitaine, postérieur à l'Helvétien.

On peut penser que cette dernière phase de la formation de la structure tectonique de la Gironde a dû comporter, comme toutes les phases antérieures de relèvement, des « oscillations répétées et de faible amplitude ». Dans ce cas ces oscillations auraient joué un rôle directeur à l'égard des grands faits du Pliocène et du Quaternaire (1).

---

(1) Pendant les mouvements d'élévation et d'abaissement de l'Aquita-

En résumé, le Bassin girondin constitue une zone d'interférence où des poussées orogéniques appartenant à deux systèmes tectoniques sont venues se rencontrer et se superposer pour aboutir à un plan structural caractérisé par la formation de dômes et de bassins de subsidence.

Toutes les unités tectoniques qui composent ce plan sont solidaires et se développent simultanément d'une manière lente et progressive, quoique discontinue. Le relief du sol constitue ainsi l'expression actuelle, et comme le reflet atténué, de la structure tectonique profonde dont la réalisation a commencé au début du Tertiaire et semble se poursuivre selon le même plan.

RELATIONS ENTRE LES PRINCIPAUX FAITS DÉCRITS DANS CE MÉMOIRE ET LES FAITS DU MÊME ORDRE DE LA RÉGION ATLANTIQUE.

Synchronismes

Le déplacement des mers, la sédimentation et la structure tectonique du *Bassin girondin* se trouvant sous la dépendance de causes générales définies et étrangères au *Bassin,* il est évident que ces mêmes causes ont exercé une action directrice semblable dans les bassins voisins.

Les synchronismes que nous avons établis entre certaines formations de la Gironde et certaines autres de ces bassins trouvent ici leur explication.

---

nien les fleuves qui descendaient du Massif Central, et qui déversaient leurs alluvions dans le grand golfe de l'Agenais, subissaient de grandes modifications de leur profil d'équilibre. Pendant les trois phases d'élévation, le redressement de ce profil provoquait un creusement rapide de leur vallée. Pendant les phases d'abaissement, au contraire, l'alluvionnement comblait partiellement la vallée antérieure.

Le résultat était la formation de nappes alluviales situées à des niveaux différents. Si cet aspect géographique avait été conservé on verrait aujourd'hui les terrasses étagées des fleuves aquitaniens et on dirait que la formation de ces terrasses a eu pour cause les mouvements d'élévation et d'abaissement du bassin en rapport avec la surrection du système alpin.

On peut dès lors se demander si les terrasses étagées qui caractérisent le Pliocène et le Quaternaire ne proviennent pas de la même cause, c'est-à-dire si elles ne sont pas la conséquence de mouvements d'ensemble d'élévation et d'abaissement dus à la persistance de la surrection du système alpin. C'est le problème principal que nous aurons à résoudre dans notre étude sur « les terrains de revêtement du Médoc ».

L'Eocène inférieur et le Lutétien inférieur semblent devoir être laissés en dehors de ces synchronismes. Les poussées pyrénéennes, qui ont en effet exercé une action prépondérante en Aquitaine pendant ces deux périodes, n'ont pas eu la même influence dans la formation des bassins de l'Ouest et du Nord de la France. Il est probable, dès lors, que les divisions établies dans l'Eocène inférieur du Bassin parisien ne se retrouvent pas en Aquitaine et en particulier dans le *synclinal girondin*. Aussi n'avons-nous pas cherché à établir de parallélisme entre les « niveaux » distingués dans ce synclinal et les étages du Bassin de Paris.

Le Lutétien supérieur voit l'action directrice passer des poussées pyrénéennes aux poussées alpines par l'intermédiaire du Massif Central. Les oscillations, consistant en mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement qui affectent ce massif, doivent avoir des répercussions semblables dans les bassins périphériques. La transgression de la mer à grandes Nummulites commence la série de ces mouvements généraux qui trouvent leur expression, dans les différents bassins, dans un synchronisme des déformations et des principales phases de la sédimentation.

La régression qui suit doit avoir également la même signification. Nous avons trouvé là une nouvelle raison pour justifier et expliquer le rattachement au Lutétien des couches marines et lacustres de Plassac.

Le même synchronisme rigoureux doit exister pendant la grande transgression du Stampien et la régression qui la suit.

Le bassin de subsidence de l'Agenais, les fosses d'effondrement de la Limagne et la vallée du Rhin sont la conséquence d'un même mouvement de surélévation des massifs hercyniens adossés à l'arc alpin en voie de surrection rapide.

On pourrait en dire autant de la transgression miocène et de la régression post-helvétienne.

Mais si le synchronisme des mouvements du sol a constitué un thème général commun aux différents bassins, dans chaque bassin la sédimentation s'est trouvée sous la dépendance de la formation progressive d'un système tectonique original. Rechercher et justifier ces synchronismes et montrer cette dépendance, tel a été le double but que nous avons poursuivi dans notre étude.

Relations de la structure tectonique de la Gironde avec celle des régions du littoral atlantique sud

La structure tectonique des régions littorales atlantiques sud a été étudiée récemment par M. Bourcart *(Résultats d'ensemble d'une étude du Quaternaire et du Pliocène marin du littoral atlantique du Maroc et du Portugal)* (1).

La caractéristique de la structure tectonique des régions du littoral atlantique, d'après M. Bourcart, consiste dans la présence de deux systèmes d'accidents.

Le premier est formé d'unités tectoniques, de direction générale OSO-ENE, dites « *unités méditerranéennes* » (Maroc) ou encore « *pyrénéennes* » (Portugal).

Le second est composé d'unités tectoniques, dites « *atlantiques* », perpendiculaires aux précédentes. M. Bourcart fait remarquer en outre que la direction de ces dernières unités, au Maroc, est « une très vieille direction... hercynienne... directrice de toute la tectonique de l'Atlas ».

Nous avons également distingué en Gironde deux systèmes d'accidents dont les unités tectoniques qui les composent possèdent respectivement les deux directions relevées par M. Bourcart et que nous avons appelées : les premières « *pyrénéennes* » et les secondes « *armoricaines* ».

Il y a donc une similitude de structure frappante entre la Gironde et les régions du littoral atlantique sud.

Nous pourrions dire de l'histoire tectonique de la Gironde qu'elle se résume, comme le dit M. Bourcart *du Maroc, en un perpétuel conflit d'actions méditerranéennes et d'actions atlantiques ». Nous disons, en reportant ces deux actions à leur origine, que la Gironde constitue une zone d'interférence où viennent se rencontrer les poussées pyrénéennes et les poussées alpines.*

La similitude est encore plus profonde; elle se retrouve dans la loi de développement de cette structure commune.

M. Bourcart écrit : « La limite entre le continent et la mer est une flexure... La position de la flexure continentale est variable dans le temps, mais elle a une tendance, dans ses migrations, à rester parallèle à elle-même. »

(1) Extrait des *Comptes rendus du IVe Congrès des Géographes et des Ethnographes slaves à Sofia en 1936.* Sofia, 1937.

Nous avons montré (fig. 55 et 57) la formation, le déplacement et le parallélisme des flexures continentales successives (*anticlinal A, flexures f, f^3, f^4*) et précisé que le déplacement et le parallélisme de ces accidents tiennent à leur origine : *ce sont en effet des plissements armoricains dont la surrection a été provoquée par la surélévation du Massif Central.*

Notre étude de la structure tectonique de la Gironde nous permet d'aller plus loin que M. Bourcart et d'expliquer deux caractères du déplacement des flexures continentales qu'il décrit ainsi : « Ces migrations se font avec des mouvements d'aller et retour qui vont en s'atténuant comme longueur de phases et comme amplitude; leur représentation graphique donne une courbe à oscillations amorties... Ces alternances sont dues par conséquent, pour nous, à un recul vers le large (sans transformation géographique) de la flexure avec une considérable surélévation intérieure... »

Nous avons constaté également en Gironde que le déplacement des flexures est lié aux mouvements d'abaissement et d'élévation et à un relèvement du bassin vers l'intérieur.

Mais si ces migrations paraissent consister dans un mouvement d' « oscillations amorties », il ne s'agit que d'une apparence. Nous avons montré, avec la formation des *anticlinaux A* et *a'* (fig. 57), que chaque flexure se forme d'abord en profondeur et continue à se développer en surface même lorsqu'elle a cessé de jouer le rôle de bordure continentale. Il s'ensuit que la flexure la plus ancienne, vers l'intérieur, est la plus accentuée car elle est faite de l'addition des déformations qui ont accompagné chaque « mouvement d'aller et retour ». Elle paraît due par conséquent à une oscillation d'amplitude maximum.

Par contre la flexure la plus externe, qui joue le rôle de bordure continentale actuelle, paraît due à une oscillation d'amplitude minimum parce qu'elle ne représente, en surface, que la dernière déformation qui a accompagné le dernier « mouvement d'aller et retour ». En réalité les déformations post-helvétiennes de la bordure continentale, en Gironde, ont eu une amplitude au moins égale aux déformations stampiennes ou lutétiennes de la *flexure f*.

Nous avons défini le mouvement « d'aller et retour » non comme une « courbe à oscillations amorties », mais comme un mouvement cyclique dont chaque période possède une ampli-

tude variable déterminée par l'intensité des poussées qui la provoquent.

Pour cette raison on ne peut pas dire que les « alternances » du « mouvement d'aller et retour » *sont dues* à un « recul vers le large de la flexure » continentale, mais il faut penser plutôt que « alternances du mouvement », « recul de la flexure » et « surélévation intérieure » sont des effets simultanés d'une même cause : les poussées dues à la surrection progressive d'un système montagneux.

Enfin M. Bourcart expose que les deux sortes d'unités tectoniques qui forment la structure de la région littorale du Maroc et du Portugal ont continué à jouer, c'est-à-dire à se former, pendant le Pliocène et le Quaternaire. Il peut ainsi conclure à « l'extrême jeunesse du relief actuel du Maroc comme d'ailleurs de celui du Portugal ».

Nous avons également montré, principalement dans la figure 54, que le relief actuel de la Gironde est dû à des mouvements post-miocènes.

Il n'y a aucune raison de penser qu'une loi de développement qui manifeste une si grande constance pendant le Tertiaire cesse d'exercer une action directrice après le Miocène. On peut donc postuler que les mouvements post-helvétiens se solderont par une élévation du bassin vers l'Est, une accentuation des zones anticlinales (Salles) et synclinales (synclinal de Bordeaux) et par un déplacement vers l'Ouest du bassin de subsidence et de la ligne de rivage. Les figures 54 (p. 461) et 57 (p. 485) vérifient cette déduction.

On peut ajouter également que ces mouvements seront lents et progressifs, comme ils l'ont été pendant tout le Tertiaire, et qu'ils dirigeront la production et la distribution des grands faits du Pliocène et du Quaternaire.

Notre étude sur « les dépôts de revêtement du Médoc » nous permettra de vérifier ces hypothèses et, en même temps, nous fera découvrir le mécanisme des oscillations cycliques qui caractérisent les mouvements du sol d'âge tertiaire.

CONCLUSION

La structure tectonique de la Gironde présente des relations très complexes. Dans le temps, par la loi même de son développement, elle constitue une étape

de la formation du plan structural de l'Aquitaine occidentale dont la réalisation avait commencé avant le Tertiaire et dont le terme ne peut être conçu.

Dans l'espace, par ses accidents transversaux, elle représente au Nord les dernières lignes de l'architecture pyrénéenne, tandis que par ses accidents longitudinaux elle constitue la bordure du grand massif hercynien du centre de la France,

Rapportée aux causes qui ont dirigé sa formation, la structure tectonique de la Gironde est une expression lointaine et atténuée de la surrection des aires montagneuses du Tertiaire, Pyrénées et Alpes. Elle se trouve ainsi avoir des caractères communs avec les autres bassins de l'Europe occidentale. Également, elle représente le type d'un plan structural commun aux régions littorales de l'Atlantique sud (Portugal et Maroc).

Ces différentes relations rendent l'étude de la structure tectonique de la Gironde très difficile. Il y a surtout une impossibilité radicale pour l'esprit à se représenter la simultanéité de ces relations et les mouvements dans lesquels celles-ci sont engagées. Nous avons dû suppléer à cette insuffisance en prenant des vues successives, sortes d'instantanés, des mouvements continus que nous voulions définir. Le mouvement des mers se trouve ainsi représenté graphiquement dans le diagramme général (II) de la planche C. Les déformations du Bassin girondin, *selon certaines directions, pendant les principales époques du Tertiaire, sont figurées dans des schémas (fig. 4, 6, 8, 39, 50, 54, 57 et pl. D, I' et IV') dont chacun résume le résultat dernier de mouvements de toute une période.*

Les coupes réelles des terrains tertiaires (fig. 14, 16, 23, 36, 43, 45, 50 et pl. E) ne sont elles-mêmes que la réprésentation d'un équilibre instable dont la loi générale est la mobilité et le devenir. La fixité apparente des lignes du relief ne doit pas faire illusion, mais elle doit donner une idée de l'extrême lenteur et de la faible accentuation des mouvements et des déformations décrits dans ce mémoire.

Enfin, la complexité des relations dans lesquelles le plan structural de la tectonique girondine est engagé, fait que les résultats de recherches limitées à un secteur géographique peu étendu, comme le Médoc et la Gironde, peuvent apporter une

contribution à la connaissance des grands faits de la Géologie et tirer à leur tour de cette connaissance leur véritable signification. C'est la recherche de ces deux ordres de résultats qui a dirigé la présente étude des « terrains tertiaires du Médoc » et de la « structure tectonique de la Gironde ».

BIBLIOGRAPHIE

1. Abrard (R.). — Le Lutétien du bassin de Paris. *Thèses*, 1925.
2. Abrard (R.). — Note sur les dépôts éocènes des environs de Royan. *B. S. G. F.*, (4), t. XXIII, 1923, p. 377-380.
3. Abrard (R.). — Deuxième note sur les dépôts éocènes des environs de Royan. *C. R. somm. S. G. F.*, 1924, p. 163.
4. Abrard (R.). — Contribution à l'étude des étages Campanien et Maestrichtien aux environs de Royan. *B. S. G. F.*, (4), t. XXIII, 1923, p. 642.
5. Abrard (R.). — Paléobiogéographie de *Num. planulatus* Lmk. *A. F. A. S., Congrès de Grenoble*, 1925, p. 735-736.
6. Abrard (R.). — Remarques sur le polymorphisme de *Num. perforatus* Montf. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, 1927, p. 201-203.
7. Abrard (R.). — Les Nummulites du grès de Vallières. Révision des Nummulites des environs de Royan. *B. S. G. F.*, (4), t. XXVI, 1926, p. 217-221.
8. Abrard (R.). — Contribution à l'étude de l'évolution des Nummulites. *Ibid.*, (4), t. XXVIII, 1928, p. 161-182.
9. Abrard (R.). — Sur la stratigraphie du Calcaire de Blaye (Gironde). *A. F. A. S., Congrès de La Rochelle*, 1928, p. 303-304.
10. Abrard (R.). — Etude stratigraphique et paléontologique des calcaires de Saint-Palais et de Blaye. *B. S. G. F.*, (5), t. I, 1931, p. 3-20.
11. Abrard (R.). — Observations relatives à une note de M. Fabre sur les Calcaires à Echinides de la Gironde. *C. R. somm. S. G. F.*, 1933, p. 49-50.
12. Abrard (R.). — Sur le Bartonien de la Chalosse. *Ibid.*, 1933, p. 16-17.
13. Abrard (R.). — Etude de quelques Foraminifères des Marnes de Horsarrieu (Landes) et particulièrement de *N. pulchellus* von Hanken. *B. S. G. F.*, (5), t. II, 1932, p. 17-20.
14. Abrard (R.). — Nomenclature et synchronisme des assises de l'Eocène moyen et supérieur des bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. *Ibid.*, (5), t. III, 1933, p. 227.
15. Abrard (R.). — Note sur les Sables de Cadeuil du SO de la France. *C. R. somm. S. G. F.*, 1930, p. 21-22.

16. Abrard (R.). — La disparition des *Orthophragmina* et les migrations des Faunes à l'Oligocène. *A. F. A. S., Congrès de Chambéry,* 1933, p. 467-469.

17. Abrard (R.) et Morellet (L.). — Sur la présence de *Nummulites aquitanicus girondicus* Benoist dans le Lutétien d'Angleterre. *C. R. somm. S. G. F.,* 1937, p. 133-134.

18. Alimen (Mlle H.). — Etude sur le Stampien du bassin de Paris. *Thèses,* Paris, 1936. *Mém. S. G. F.,* n° 31.

19. Archiac (d'). — Essai de coordination des terrains tertiaires de la France, de la Belgique et de l'Angleterre. *B. S. G. F.,* (1), t. X, 1839, p. 168-225.

20. Archiac (d'). — Histoire des progrès de la géologie de 1834 à 1835. T. II, 2e partie, Terrain tertiaire, Paris, 1849.

21. Archiac (d'). — Mémoire sur le Crétacé du SO de la France. *Mém. S. G. F.,* (1), t. II, 1836, p. 137-192.

22. Arnaud (H.). — Mémoire sur le terrain crétacé du SO de la France. *Mém. S. G. F.,* (2), t. X, 1877.

23. Arnaud (H.). — Profil géologique des falaises crétacées de la Gironde. *Soc. Linn. Bordeaux,* Mélanges géol., t. XXX, 1876, p. 56.

24. Balland. — Observations géologiques dans la vallée de la Jalle de Saint-Médard. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux,* t. LXXXVIII, 1936, p. 157-224.

25. Basterot (de). — Mémoire géologique sur les environs de Bordeaux. *Mém. Soc. d'Hist. Nat. de Paris,* (4), 7 planches (fossiles), 1825.

26. Benoist (E.). — Note sur un gisement de falun rue de la Chartreuse à Bordeaux. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux,* t. XXVII, 1869, p. ix.

27. Benoist (E.). — Fossiles rencontrés à Sainte-Croix-du-Mont. *Ibid.,* t. XXXIII, 1879, p. xxvi.

28. Benoist (E.). — Sur la coupe des carrières de Cenon-La Bastide avec plan. *Ibid.,* t. XXXI, 1877, p. xlix.

29. Benoist (E.). — Calcaire de Saint-Estèphe à Cenon. *Ibid.,* t. XXXI, 1877, p. l.

30. Benoist (E.). — Les puits artésiens de Bordeaux. *Journ. d'Hist. Nat. de Bordeaux,* 1882, p. 9.

31. Benoist (E.). — Histoire des progrès de la géologie girondine. *Ibid.,* 1882, p. 28-60.

32. Benoist (E.). — Nummulites dans la partie supérieure du Calcaire à Astéries à Cenon. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux,* t. XXXI, 1877, p. lv.

33. Benoist (E.). — Tranchée du chemin de fer du Médoc de Saint-Estèphe à Pauillac. *Ibid.,* t. XXXII, 1878, p. xxvi.

34. Benoist (E.). — Description géologique et paléontologique

des communes de Saint-Estèphe et de Vertheuil. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXXIX, 1885, p. 79 et 301.

35. Benoist (E.). — Terrain tertiaire de Saint-Palais. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXXV, 1881, p. xxviii.
36. Benoist (E.). — Sable coquillier de Terre-Nègre. *Ibid.*, t. XXXVI, 1882, p. xxv.
37. Benoist (E.). — Couches coquillières et ossifières de Saint-Christoly-de-Blaye. *Ibid.*, t. XXXVI, 1882, p. xliii et xlviii.
38. Benoist (E.). — Esquisse géologique des terrains tertiaires du SO de la France. *Journ. d'Hist. Nat. de Bordeaux et du SO*, 1888.
39. Benoist (E.). — Tableau synchronique des formations tertiaires du SO de la France, du bassin de Paris, du bassin de Mayence et du Vicentin. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLI, 1887, p. 191.
40. Benoist (E.). — Les Nummulites de l'étage tongrien aux environs de Bordeaux. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLI, 1887, p. xxx.
41. Benoist (E.). — Sur l'existence de *Nummulites planulata* dans les couches éocènes du SO. *Ibid.*, t. XLI, 1887, p. xxxii.
42. Benoist (E.). — Coupe relevée entre Plassac et Roque-de-Tau. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xxxiii.
43. Benoist (E.). — Couches à Nummulites du SO. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xxxv.
44. Benoist (E.). — Observations sur les Sables du Périgord. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xlii et lix.
45. Benoist (E.). — Sur la limite supérieure de l'étage oligocène. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. lii.
46. Benoist (E.). — Sur le gisement fossilifère de Sarcignan (Calcaire à Astéries). *Ibid.*, t. XLIV, 1890, p. xliv.
47. Benoist (E.). — Puits artésien des Docks, à Bordeaux. *Ibid.*, t. XXXVI, 1882, p. ix.
48. Benoist (E.). — Puits artésien de Lestiac. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. xii.
49. Benoist (E.). — Puits artésien à Creysse-Mouleydier. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. xlvii.
50. Benoist (E.). — Puits artésien à Portets. *Ibid.*, t. XXXVIII, 1884, p. xliii.
51. Benoist (E.). — Puits artésien à Landiras. *Ibid.*, t. XXXIX, 1885, p. xxxiii.
52. Benoist (E.). — Puits artésien du Parc Bordelais. *Ibid.*, t. XXXIX, 1885, p. l., et t. XL, 1886, p. x et xx.
53. Benoist (E.). — Niveau à Brachiopodes du puits du Parc Bordelais. *Ibid.*, t. XL, 1886, p. xlv.
54. Benoist (E.). — Nummulites provenant du puits du Parc Bordelais. *Ibid.*, t. XL, 1886, p. c.

55. Benoist (E.). — Sur les espèces de Nummulites recueillies dans le forage du puits artésien du Château de Mauvezin, à Moulis. *Ibid.*, t. XLI, 1887, p. xlvi.
56. Benoist (E.). — Sur les forages artésiens exécutés à Libourne, Arveyres et Vayres. *Ibid.*, t. XLIII, 1889, p. iii.
57. Benoist (E.). — Résultats stratigraphiques des sondages artésiens exécutés entre Bordeaux et Pauillac. 1 coupe. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xxv.
58. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Budos, 30 juin 1878. *Ibid.*, t. XXXII, 1878, p. xciii.
59. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Cubzac, 30 mars 1879. *Ibid.*, t. XXXIII, 1879, p. xxx.
60. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Branne, 25 mai 1879. *Ibid.*, t. XXXIII, 1879, p. liii.
61. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Bourg, 29 juin 1879. *Ibid.*, t. XXXIII, 1879, p. xcii.
62. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Castillon. *Ibid.*, t. XXXV, 1881, p. xx.
63. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Montagoulin et Montgauzy. *Ibid.*, t. XXXV, 1881, p. xxiii.
64. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Citon-Cénac. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. xxxviii.
65. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Fronsac, 6 mai 1883. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. xxxix.
66. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Blaye, 1er juillet 1883. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. lxxiv.
67. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Saint-André-de-Cubzac. *Ibid.*, t. XXXVIII, 1884, p. xxi.
68. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Pauillac, 29 juin 1884. *Ibid.*, t. XXXVIII, 1884, p. li.
69. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Bourg et Lansac, 20 avril 1890. *Ibid.*, t. XLIV, 1890, p. l.
70. Benoist (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Saint-André-de-Cubzac, 28 juin 1891. *Ibid.*, t. XLV, 1891, p. liii.
71. Benoist (E.) et Billiot (J.-T.). — Coupe géologique des terrains tertiaires sur la rive droite de la Gironde et de la Dordogne. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIII, 1889, p. 209.
72. Benoist (E.). — Sur la position stratigraphique des couches à Echinides de la faune de Saint-Palais. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIV, 1890, p. lxxviii.
73. Benoist (E.). — Nummulites recueillies dans un sondage fait à l'Etablissement thermal de Barbotan, commune de Cazaubon (Gers). *Ibid.*, t. XLV, 1891, p. xxx.
74. Bertrand (M.). — Sur la continuité du phénomène de plissement dans le bassin de Paris. *B. S. G. F.*, (3), t. XX, 1892.

75. Billaudel. — Découverte d'ossements fossiles à Saint-Macaire. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. I, p. 60.

76. Billaudel. — Essai sur la détermination de quelques ossements fossiles dans le département de la Gironde. *Ibid.*, t. I, p. 95, 113 et 319.

77. Billaudel. — Note sur quelques ossements fossiles de *Palœotherium* recueillis dans le département de la Gironde. Bordeaux, 1829. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. IV, 1830.

78. Billaudel. — Carte géologique du département de la Gironde. *Recueil de l'Académie de Bordeaux*, 1828.

79. Billaudel. — Puits foré à Bordeaux. *B. S. G. F.*, (1), t. XII, 1841.

80. Billiot (J.-T.). — Sur un puits artésien d'Arveyres. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIV, 1890, p. xlviii.

81. Billiot (J.-T.). — Coupes géologiques du SO. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. LIII, 1898, p. 25.

82. Billiot (J.-T.). — Puits artésiens, sondages d'études... dans le Sud-Ouest de la France. Bordeaux, 1868.

83. Blayac (J.). — Feuille La Réole. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. XVI, n° 110, 1906, p. 88; t. XVIII, n° 119, 1908, p. 83.

84. Blayac (J.). — A propos de la communication de Dollfus sur l'Oligocène du Sud-Ouest de l'Aquitaine. *C. R. somm. S. G. F.*, n° 14, 1917, p. 184.

85. Blayac (J.). — Présence de *Num. intermedius* à la base de la Mollasse de l'Agenais à Casteljaloux. *C. R. somm. S. G. F.*, 23 juin 1913.

86. Blayac (J.). — Feuille Libourne. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. XIII, n° 91, 1903, p. 74-77.

87. Blayac (J.). — Feuille Bordeaux. *Ibid.*, t. XXIII, n° 136, 1914, p. 136-140.

88. Blayac (J.). — Synchronisme des terrains tertiaires du Bassin de l'Aquitaine. *Livre jubilaire Centenaire S. G. F.*, 1930, p. 151-170.

89. Boué (A.). — Mémoire géologique sur le Sud-Ouest de la France. 1824-1825. *Ann. Sc. Nat.*, II, p. 387-423; III, p. 55-77, 299-322; IV, p. 125-174 (terrains tertiaires).

90. Boué (A.). — Lettre sur la géologie des environs de Bordeaux. *B. S. G. F.*, (1), t. II, 1832, p. 376.

91. Boussac (J.). — L'évolution des Cérithidés dans l'Eocène moyen et supérieur du bassin de Paris. *CR. Ac. Sc.*, t. 144, 1907.

92. Boussac (J.). — L'Eocène moyen et l'Eocène supérieur. *B. S. G. F.*, (4), t. VII, 1907, p. 355.

93. Boussac (J.). — Valeur stratigraphique de *Nummulites lævigatus*. *Ibid.*, t. VIII, 1908, p. 100.

94. Boussac (J.). — Sur le terrain nummulitique à Biarritz et dans le Vicentin. *Ibid.*, t. VI, 1906, p. 555.

95. Boussac (J.). — Observation relative à la valeur stratigraphique des Mollusques dans le Tertiaire. *Ibid.*, t. VIII, 1908, p. 459.

96. Boussac (J.). — La transgression du Ludien dans le Bassin de Paris. *Ibid.*, t. VIII, 1908, p. 85.

97. Boussac (J.). — Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Serv. Bull. Carte Géol. Fr.*, 440 p., 22 pl., Paris, 1911.

98. Boussac (J.). — Essai sur l'évolution des Cérithidés dans le Méso-nummulitique du Bassin de Paris. *Ibid.*, VI, 1912.

99. Boussac (J.). — La limite de l'Eocène et de l'Oligocène. *B. S. G. F.*, (4), t. VII, 1907, p. 400.

100. Brochon (E.-H.). — Substratum du Calcaire de Saint-Estèphe. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXXII, 1878, p. xxviii.

101. Brochon (E.-H.). — De la présence des Lymnées et Planorbes fossiles dans le Calcaire à chaux du Blayais. *Ibid.*, t. XXXVII, 1883, p. li.

102. Canu. — Les Bryozoaires fossiles des terrains tertiaires du Sud-Ouest. *B. S. G. F.*, (4), t. IX, 1909, p. 44; t. X, 1910, p. 840; t. XI, 1911, p. 444; t. XII, 1912, p. 623.

103. Castex (L.). — Révision des Echinides du Nummulitique du département des Landes. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXXXII, 1930.

104. Castex (L.) et Lambert (J.). — Révision des Echinides des falaises de Biarritz. *Ibid.*, t. LXXI, 1919, p. 117.

105. Charpiat (R.). — Recherche sur l'évolution des *Cerithidœ* tertiaires du Bassin de Paris. *Thèses*, Paris, 1923.

106. Charpiat (R.). — Observations sur les *Cerithidœ*. *C. R. somm. S. G. F.*, 1919, p. 118; et *Bull. Mus. Hist. Nat.*, n°s 5 et 6, 1919; n° 7, 1919; n° 7, 1921; n°s 5 à 7, 1921; n° 1, 1925.

107. Chastaigner (de). — Nummulites provenant du Château de Mauvezin, à Moulis. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLI, 1887, p. xxxv.

108. Cizancourt (Mme de). — Note sur quelques Nummulites du Riff marocain. *B. S. G. F.*, (5), t. III, 1933, p. 361.

109. Collegno (de). — Essai d'une classification des terrains tertiaires de la Gironde. Bordeaux, 1843.

110. Cotteau (G.). — Description de quelques Echinides tertiaires des environs de Bordeaux. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVII, 1869, p. 248.

111. Cotteau (G.). — Sur le *Cassidulus Benedicti* trouvé par M. Benoist dans le Calcaire de Blaye. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVII, 1869.

112. Cotteau (G.). — Compte rendu de l'excursion de la S. G. F. à Saint-Palais. *B. S. G. F.*, (3), t. XV, 1887, p. 822.

113. Cotteau (G.). — Paléontologie française. Terrain tertiaire. Echinides éocènes. 2 vol. in-8°, 692 + 789 p., 384 pl., Paris, 1885-1894.

114. Cossmann. — Mollusques de l'Eocène et de l'Oligocène. *Mém. S. G. F.*, n° 55, Paléontologie, t. XXIII.

115. Cossmann et Peyrot. — Conchyliologie de l'Aquitaine. Description des Mollusques du Tertiaire supérieur. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, 1909 et suiv., t. LXIII, p. 73; t. LXIV, p. 235; t. LXV, p. 51; t. LXVI, p. 121; t. LXVIII, p. 5.

116. Cossmann et Pissarro. — Iconographie complète des coquilles fossiles de l'Eocène du bassin de Paris. 1er vol. Pélécypodes, 45 planches, 1904-1906; 2e vol. Scaphodes, Gastropodes..., 65 planches, 1907-1913.

117. Cuvillier (J.). — Répartition et valeur stratigraphique de *Nummulites lœvigatus* Brug. dans l'Eocène égyptien. *CR. Ac. Sc.*, t. 198, n° 8, 1934, p. 762.

118. Daguin (F.). — Formations lacustres de Gaas. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXXXVIII, 1936, p. 31.

119. Daguin (F.). — A propos du Lutétien à grandes Nummulites du synclinal de Gaas (Landes). *C. R. somm. S. G. F.*, 1936, p. 199-200.

120. Daguin (F.). — Sur les échantillons des *Nipadites* du Calcaire de Blaye (Gironde). *Ibid.*, 1937, p. 222-224.

121. Daguin (F.). — Sur les affleurements nummulitiques de la région de Caupenne (Landes). *Ibid.*, 1937, p. 238.

122. Daguin (F.). — Itinéraires géologiques dans l'Aquitaine occidentale. 113 p., 17 fig., 11 pl., Bordeaux, 1937.

123. Daguin (F.). — Considérations générales sur le Stampien marin du Bassin d'Aquitaine. *Publications de l'Université de Bordeaux*, n° 2, Bordeaux, 1938.

124. Daleau (F.). — Brachiopode du genre *Terebratula* recueilli dans le Calcaire à Astéries de Bourg. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXIX, 1873, p. cxxviii.

125. Dangeard (L.). — Sur les blocs de calcaire à Nummulites du Polygone de Gavre (Morbihan). *Bull. Soc. Géol. Min. Bretagne*, t. V, fasc. 2, 1924, p. 222 à 232.

126. Degrange-Touzin. — Note géologique sur la Jalle de Saint-Médard et les affleurements fossilifères de cette commune. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXXIV, 1880, p. liv-lxv.

127. Degrange-Touzin. — Notes géologiques sur le Bazadais. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. lxxii-lxxxviii-xciii.

128. Degrange-Touzin. — Etude sur la faune terrestre, lacustre et fluviatile de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLV, 1891, p. 125.

129. Degrange-Touzin. — Sur la limite supérieure de l'étage oligocène. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLII, 1888, p. LIII.

130. Degrange-Touzin. — Sur les Nummulites recueillies dans le forage de Barbotan et sur d'autres Nummulites provenant d'un sondage fait à l'Ile Fumadelle. *Ibid.*, t. XLV, 1891, p. CX.

131. Degrange-Touzin. — Notes sur les Nummulites du SO de la France. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXII, 1888, p. 343.

132. Degrange-Touzin. — Compte rendu d'excursions géologiques. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux* : à Langoiran, 14 mars 1880, t. XXXIV, 1880, p. XVII; à Saint-André-de-Cubzac, 30 mai 1880, t. XXXIV, 1880, p. XXV; à Vertheuil et à Saint-Estèphe, 6 mars 1887, t. XLI, 1887, p. XLI; à Monségur, 31 mai 1891, t. XLV, 1891, p. XLI; à Galgon, 22 avril 1894, t. XLVII, 1893, p. XXVIII; à Castets, 30 juin 1895, t. XLVIII, 1894, p. XLVIII.

133. Delbos (J.). — Recherche sur l'âge de la formation d'eau douce de la partie orientale du bassin de la Gironde. *B. S. G. F.*, (2), t. III, 1846, p. 402.

134. Delbos (J.). — Sur le terrain tertiaire de Royan. *Ibid.*, (2), t. IV, 1847, p. 1013.

135. Delbos (J.). — Notice géologique sur les terrains du bassin de l'Adour. *Ibid.*, (2), t. IV, 1847, p. 712.

136. Delbos (J.). — Essai d'une description géologique du bassin de l'Adour, suivi de considérations sur l'âge et le classement des terrains nummulitiques. *Thèses*, Paris, 1854.

137. Delbos (J.). — Sur les terrains tertiaires de la Gironde. *Mém. S. G. F.*, (2), t. II, 1848, p. 241, pl. XI.

138. Delbos (J.). — Rapport sur une excursion géologique aux environs de Blaye. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XIII, 1842, p. 162.

139. Delbos (J.). — Rapport de la Commission chargée de l'examen géologique des terrains mis à nu à Lormont par les travaux du chemin de fer de Bordeaux à Paris. *Ibid.*, t. XV, 1846, p. 192.

140. Delfortrie (E.). — Calcaire d'eau douce provenant de Pontac (Loupiac) faisant partie du Calcaire lacustre de l'Agenais. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. XV.

141. Delfortrie (E.). — Sur des fragments de végétaux fossiles du Calcaire à Astéries de Cenon. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. VIII.

142. Delfortrie (E.). — Notice géologique sur le canton de Monségur. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVI, 1866, p. 104.

143. Des Moulins. — Sur le terrain tertiaire des environs de Bordeaux. *B. S. G. F.*, (1), t. II, 1832, p. 440.

144. Des Moulins. — Mémoire sur les Echinides. *Actes Soc. Linn.*

Bordeaux, t. VII, 1834, p. 167 et 315; 3e partie, t. IX, p. 45.

145. Des Moulins. — Spécification et noms légitimes de six *Echinolampas*. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. 309.

146. Des Moulins. — Sur l'*Echinolampas affinis* Goldf. de Cassel (Nord). *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVII, 1869, p. lxx.

147. Des Moulins. — Sur un moule de Clavagelle du Calcaire à Astéries de Cenon. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. xxvi.

148. Dollfus (G.). — Considérations sur la classification du Tertiaire, avec observations de J. Boussac et M. Blayac. *B. S. G. F.*, (4), t. VI, 1906, p. 478.

149. Dollfus (G.). — Observations sur l'âge des couches du Bois-Gouët. *Journal de Conchyliologie*, t. XLVI, 1898, p. 328.

150. Dollfus (G.). — Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. II, n° 14, 1890.

151. Dollfus (G.). — Constitution de l'Oligocène. *C. R. somm. S. G. F.*, 1917, p. 70 et 82.

152. Dollfus (G.). — Limites de l'Oligocène dans le Sud-Ouest. *Ibid.*, n° 12, 1917, p. 157; n° 14, 1917, p. 186; n° 15, 1917, p. 198; n° 1, 1918, p. 2.

153. Dollfus (G.). — Programme des excursions de la S. G. F. dans le Bordelais du 12 au 20 août 1914. *Ibid.*, n° 13 (supplément), 1914.

154. Dollfus (G.). — Nouvelles recherches sur l'Aquitanien en Aquitaine. *B. S. G. F.*, (4), t. XII, 1912, p. 472-500.

155. Dollfus (G.). — Essai sur l'étage aquitanien. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. XIX, n° 124, 1909, p. 1-116.

156. Doncieux (L.). — Catalogue descriptif des fossiles nummulitiques de l'Aude et de l'Hérault. 2e partie, fasc. III, 1926.

157. Douvillé (H.). — L'Eocène de Royan. 1re Note, *B. S. G. F.*, (4), t. I, 1901, p. 627.

158. Douvillé (H.). — L'Eocène de Royan. 2e Note, *Ibid.*, (4), t. X, 1910, p. 58.

159. Douvillé (H.). — L'Eocène de Royan. 3e Note, *C. R. somm. S. G. F.*, 1914, p. 7.

160. Douvillé (H.). — L'Eocène de Royan. 4e Note, *B. S. G. F.*, (4), t. XXI, 1921.

161. Douvillé (H.). — Etude sur les Nummulites. *Ibid.*, (4), t. II, 1902, p. 207.

162. Douvillé (H.). — Le terrain nummulitique du bassin de l'Adour. *Ibid.*, (4), t. V, 1905, p. 39-51.

163. Douvillé (H.). — Evolution des Nummulites dans les différents bassins de l'Europe occidentale. *Ibid.*, (4), t. VI, 1906, p. 13.

164. Douvillé (H.). — Limite du Crétacé et de l'Eocène en Aquitaine. *Ibid.*, (4), t. VI, 1906, p. 43.

165. Douvillé (H.). — Les mouvements pyrénéens. *Ibid.*, (4), t. VI, 1906, p. 50.

166. Douvillé (H.). — Evolution et enchaînement des Foraminifères. *Ibid.*, (4), t. VI, 1906, p. 588-602.

167. Douvillé (H.). — Sur l'âge des couches à Lépidocyclines de l'Aquitaine. *C. R. somm. S. G. F.*, 4 juin 1917, p. 144.

168. Douvillé (H.) et Stuart-Menteath. — Le terrain éocène de Bos-d'Arros. *CR. Ac. Sc.*, t. 156, 24 février 1913, p. 594.

169. Douvillé (H.). — L'Eocène inférieur de l'Aquitaine et sa faune de Nummulites. *Ibid.*, t. 165, 5 novembre 1917, p. 609.

170. Douvillé (H.). — L'Eocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées. *Mém. Serv. Carte Géol. Fr.*, 1919.

171. Douvillé (H.). — Les Nummulites. Evolution et classification. *CR. Ac. Sc.*, t. 168, 1919, p. 651-656.

172. Douvillé (H.). — Les premières Nummulites de l'Eocène du Béarn. *CR. Ac. Sc.*, 2 janvier 1924.

173. Douvillé et O'Gormann. — L'Eocène du Béarn. *B. S. G. F.*, (4), t. XXIX, 1929, p. 329.

174. Drouot. — Essai sur la nature et la définition des terrains tertiaires dans la partie du département de la Gironde comprise entre la Garonne et la Dordogne. *Annales des Mines*, XIII, 1838, p. 57-84.

175. Dubalen. — Le Nummulitique dans la région du Sable des Landes, rive droite de l'Adour. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXIV, 1910, p. 68.

176. Dufrénoy. — Mémoire géologique sur les terrains tertiaires du Midi de la France. *Annales des Mines*, VI, 1834, p. 417-450.

177. Enguerrand. — Note sur un exemplaire de *Gualtieria Orbignyi* trouvé à Blaye. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. LIII, 1898, p. xviii.

178. Enguerrand. — Sur deux nouveaux affleurements du calcaire grossier supérieur dans les environs de Blaye. *Ibid.*, t. LIII, 1898, p. xxxiii.

179. Fabre (A.). — La faune d'Echinides du Calcaire de Couquèques (Médoc). *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXXXIII, 1931, p. 86 à 110.

180. Fabre (A.). — Note sur la découverte de *Lenita patellaris* Leske à Saint-Palais. *Ibid.*, t. LXXXV, 1933, p. 36.

181. Fabre (A.) et Neuville (M.). — La faune d'Echinides de Pedelail (Landes). *Ibid.*, t. LXXXV, 1933, p. 155.

182. Fallot (E.). — Note sur l'Oligocène des environs de Saint-Emilion et de Castillon. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLI, 1887, p. lxiv.

183. Fallot (E.). — Observations faites à Plassac. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xxxv.

184. Fallot (E.). — Remarques à propos d'une note de MM. Potier et Vasseur sur les sables du Périgord. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. xxxix.

185. Fallot (E.). — Présentation d'une carte géologique de la Gironde. *Ibid.*, t. XLIII, 1889, p. xvi.

186. Fallot (E.). — Observations sur le Crétacé de Roquefort et ses relations avec quelques assises tertiaires affleurant dans cette localité. *Ibid.*, t. XLIV, 1890, p. 353.

187. Fallot (E.). — Quelques observations sur le Crétacé supérieur dans l'intérieur du Bassin de l'Aquitaine et ses relations avec les terrains tertiaires. *B. S. G. F.*, (3), t. XX, 1892, p. 350-370.

188. Fallot (E.). — Sur l'affleurement crétacé de Landiras. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIV, 1890, p. xxi et l.

189. Fallot (E.). — Esquisse géologique du département de la Gironde. *Feuille des J. Nat.*, XIX, 1880, n° 222-227, 28 pages, 1 carte.

190. Fallot (E.). — Observations sur les limites de l'Etage miocène. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLII, 1888, p. li.

191. Fallot (E.). — Sur la limite entre l'Oligocène et le Miocène. *B. S. G. F.*, (3), t. XVII, 1888, p. 53.

192. Fallot (E.). — Sur la classification du Néogène inférieur. *Ibid.*, (3), t. XXI, 1893.

193. Fallot (E.). — Disposition des assises crétacées dans l'intérieur du Bassin de l'Aquitaine. *CR. Ac. Sc.*, 6 février 1893.

194. Fallot (E.). — Contribution à l'étude de l'étage tongrien dans le département de la Gironde. *Mém. Soc. Sc. Phys. Bordeaux*, V, 1894, p. 146.

195. Fallot (E.). — Sur l'Aquitanien des environs de Saint-Avit. *B. S. G. F.*, (3), t. XXIII, 1895.

196. Fallot (E.). — Note sur l'Aquitanien de la vallée du Guâ-Mort, aux environs de Saint-Morillon et de Cabanac. *Ibid.*, t. XLIII, 1889, p. lxiii.

197. Fallot (E.). — Sur l'extension de la mer miocène dans l'Entre-deux-Mers. *B. S. G. F.*, (4), t. I, 1901, p. 433.

198. Fallot (E.). — Observations sur quelques *Scutellidæ* des terrains tertiaires de la Gironde. *Soc. Sc. Phys. et Nat. Bordeaux*, 1903.

199. Fallot (E.). — Sur les couches de Sainte-Croix-du-Mont. *B. S. G. F.*, (3), t. VII, 1907, p. 47 et 453.

200. Fallot (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Villagrains, 14 mars 1886. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XL, 1886, p. xxxiv.

201. Fallot (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à Fronsac, 23 mai 1886. *Ibid.*, t. XL, 1886, p. lv.

202. Fallot (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à

Sainte-Foy-la-Grande, 8 mai 1887. *Ibid.*, t. XLI, 1887, p. LIII.

203. FALLOT (E.). — Compte rendu d'excursion géologique à la Clotte, 8 juin 1890. *Ibid.*, t. XLIV, 1890, p. LVIII.

204. FAGE (Mlle G.). — Les Rynchonelles du Crétacé supérieur des Charentes. *B. S. G. F.*, (5), t. IV, 1934, p. 433.

205. GILBERT (M.). — Monographie de la faune malacologique du Bruxellien des environs de Bruxelles. *Mém. du Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique*, n° 53, 208 p., XI pl., 1933.

206. GLANGEAUD (Ph.). — Sur les plissements du Bassin d'Aquitaine. *CR. Ac. Sc.*, 26 décembre 1898.

207. GLANGEAUD (Ph.). — Etude sur les plissements du Crétacé du Bassin d'Aquitaine. *Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 70, t. XI, 1899-1900.

208. GLANGEAUD (Ph.). — Failles perpendiculaires à la direction NO-SE. *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, 1897, p. 895-897.

209. GLANGEAUD (L.) et SAUGNAC (R.). — Observations sur la géologie et la tectonique de la région d'Arcachon. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. LXXXVII, 1935, p. 107-110.

210. GLANGEAUD (L.). — Sur le forage des Drouillards. *Ibid.*, t. LXXXVII, janvier 1935,

211. GORMANN (O'). — Le gisement cuisien de Gan. Description des Mollusques par COSSMANN. 1923.

212. GOSSELET (J.). — Observations sur l'âge du Calcaire de Blaye. *B. S. G. F.*, (2), t. XX, 1863, p. 191.

213. GOSSELET (J.). — Observations sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine. *Ibid.*, (2), t. XXIV, 1867, p. 827.

214. GOSSELET (J.). — L'extension des couches à *N. lævigatus* dans le Nord de la France. *Ibid.*, (2), t. XXX, 1873, p. 51.

215. GOSSELET (J.). — Observations sur les calcaires d'eau douce du NE de l'Aquitaine. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXIV, 1861, p. 177.

216. GRATELOUP (DE). — Catalogue zoologique des animaux vertébrés et invertébrés des terrains du bassin de la Gironde, précédé de la classification de ces terrains. Bordeaux, 1838.

217. GROSSOUVRE (DE). — Sur la classification du Tertiaire. *B. S. G. F.*, (4), t. IV, 1904, p. 823-828.

218. GROSSOUVRE (DE). — Observations sur la limite du Crétacé et de l'Eocène dans le Bassin d'Aquitaine. *Ibid.*, (4), t. VI, 1906, p. 83.

219. GROSSOUVRE (DE). — Recherches sur la Craie supérieure. Craie de l'Aquitaine. *Mém. Carte Géol. Fr.*, 1901, p. 351-385.

220. HÉBERT. — Le Crétacé de Villagrains. *C. R. somm. S. G. F.*, 1886.

221. JACQUOT (E.) et RAULIN (V.). — Statistique géologique et agro-

nomique du département des Landes. 1re partie, 1874; 2e partie, 1888; 3e partie (RAULIN seul), 1897.

222. JACQUOT (E.). — Carte géologique, feuille Mont-de-Marsan. *Notice*, 1886.

223. JACQUOT (E.). — Description géologique du département du Gers. Paris, 1870.

224. JEANNET (A.). — Description des quelques Echinides sculptés du Lutétien supérieur des environs de Bordeaux. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. LVII, 1936.

225. JODOT (P.). et LAPPARENT (A. DE). — Sur deux espèces nouvelles lutétiennes de Gastéropodes lacustres. *C. R. somm. S. G. F.*, 1936, p. 72.

226. JOUANNET (F.). — Considérations générales sur les terrains tertiaires de la Gironde. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. IV, 1830, p. 171.

227. JOUANNET (F.). — Statistique du département de la Gironde. Bordeaux, 1837.

228. LABRIE. — Les dépôts aquitaniens et la limite de la mer aquitanienne. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. LIX, 1904, p. 33.

229. LAMBERT (J.). — Note sur quelques Echinides éocènes de l'Aude. *B. S. G. F.*, (3), t. XXV, 1897, p. 483.

230. LAMBERT (J.). — Sur la présence du Bartonien dans la Chalosse. *Ibid.*, (4), t. VIII, 1908, p. 360.

231. LAMBERT (J.). — Révision des Echinides fossiles du Bordelais. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, 1re partie : Eocène, t. LXVI, 1912, p. 45; 2e partie : Oligocène, t. LXIX, 1915, p. 13; 3e partie, t. LXXIX, 1927, p. 71.

232. LAMBERT (J.). — Révision des Echinides de la Provence et des Alpes françaises. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, t. XLIII, 1918.

233. LAMBERT (J.). — Révision des Echinides fossiles de la Catalogne. *Mem. del Museo de Ciencias Nat. de Barcelona, Ser. geol.*, nos 1 et 2, 1927 et 1928.

234. LAMBERT (J.). — Supplément à la révision des Echinides fossiles de la Catalogne. *Ex. del Bol. Instit. Catalaña, Hist. Nat.*, vol. XXXIII, nos 4 et 6, 1933.

235. LAMBERT (J.). — Sur la présence du Bartonien dans la Chalosse. *B. S. G. F.*, (4), t. XIV, 1914, p. 23.

236. LAMBERT (J.). — Sur l'âge des Calcaires à Echinides de Blaye et de Saint-Palais. *C. R. somm. S. G. F.*, 1930, p. 148.

237. LAMBERT (J.) et THIÉRY (P.). — Essais de nomenclature raisonnée des Echinides. Paris, 1909-1925.

238. LEMOINE (P.). — La géologie souterraine de la région entre Meaux et Villers-Cotterets. *B. S. G. F.*, (4), t. XXIX, 1929, p. 435.

239. LEMOINE (P.). — Les variations d'épaisseur des sédiments tertiaires sous Paris. *C. R. somm. S. G. F.*, 1934, p. 177.

240. Lemoine (Mme P.). — Les Corallinacées du sondage des Abatilles, près d'Arcachon. *C. R. somm. S. G. F.*, 1938, p. 123.

241. Linder (O.). — Sur la probabilité de similitude du Calcaire de Bourg et de Saint-Macaire. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVI, 1866, p. 584.

242. Linder (O.). — Liste des fossiles de La Tresne, du Haillan, de Capian et de Rions. *Ibid.*, t. XXVI, 1866, p. 593.

243. Linder (O.). — Description sommaire de la coupe de terrain de la rive droite de la Garonne entre Langoiran et La Réole. *Ibid.*, t. XXVI, 1866, p. 622.

244. Linder (O.). — Sur les sondages artésiens du Médoc. *Ibid.*, t. XXVI, 1866, p. 601-604-609; t. XXVII, 1869, p. xlvii.

245. Linder (O.). — Des dépôts lacustres du Vallon de Saucats. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. 451.

246. Linder (O.). — Sur les sondages de Bruges (propriété Brandenburg) et sur celui de Solférino (Landes). *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. v et xxvii.

247. Linder (O.). — Sondages du Verdon et de la Pointe de Grave. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. lxxvii.

248. Linder (O.). — Sur les terrains tertiaires du Blayais et du Médoc, en réponse au travail de M. Matheron. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. xvi et xxvii.

249. Linder (O.). — Sur un sondage fait près de Cordouan. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. xxvii et lxvii.

250. Linder (O.). — Sur le Crétacé de Villagrains. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. 496.

251. Linder (O.). — Sur divers Nummulites et Alvéolines tirés de 120 à 130 mètres de profondeur dans les puits de Montrose et de Mauvezin en Médoc. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. xi.

252. Linder (O.). — Sur les terrains tertiaires des environs de Bourg. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. xiv.

253. Linder (O.). — Sur le puits artésien de la Brandenbourg à Bruges. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. lxviii.

254. Linder (O.). — Sur la carte géologique de la Gironde faite par M. Pigeon et représentée à l'Exposition universelle de Londres, mais qui n'est pas publiée. *Ibid.*, t. XXVIII, 1872, p. lxxxiii.

255. Linder (O.). — Sur l'existence du Calcaire grossier de Saint-Estèphe entre Roque-de-Tau et Bourg. *Ibid.*, t. XXIX, 1873, p. ii.

256. Linder (O.). — Du Calcaire grossier de Blaye et de quelques Echinides qu'on y rencontre. *Ibid.*, t. XXIX, 1873, p. xxvi.

257. Linder (O.). — De la position exacte du Calcaire de Bourg dans la série tertiaire et des relations qui existent entre le Calcaire marin de Saint-Estèphe et la Mollasse du Fronsadais. *Ibid.*, t. XXIX, 1873, p. lxvii.

258. Linder (O.). — Observations sur la constitution du terrain tertiaire inférieur de l'Aquitaine occidentale déduites des sondages effectués dans la Gironde et le Lot-et-Garonne. *Ibid.*, t. XXIX, 1873, p. lxxxix.

259. Linder (O.). — Carte géologique : feuille Bordeaux. *Notice*, 1887; feuille Lesparre, *notice*, 1893.

260. Linder (O.) et Billiot (T.). — Projet de sondage artésien à Libourne. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVI, 1866, p. i.

261. Manès. — Description physique, géologique et minéralogique de la Charente inférieure. 1853.

262. Margerie (de). — Aperçu de la structure géologique des Pyrénées. *Club alpin*, t. XVIII, 1891.

263. Matheron (Ph.). — Note sur les dépôts tertiaires du Médoc et des environs de Blaye et sur leurs rapports avec les couches fluvio-lacustres du Nord-Est de l'Aquitaine et avec les lambeaux tertiaires des environs de Nantes. *B. S. G. F.*, (2), t. XXIV, 1867, p. 197.

264. Matheron (Ph.). — Recherches paléontologiques dans le Midi de la France. X^e partie, Introduction : sur le Tertiaire de la Gironde, Pl. J-22 et Pl. J-33, 1878.

265. Mengaud (L.). — Sur quelques sondages profonds dans le Bassin d'Aquitaine. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. XIV, 1926.

266. Mercier (J.). — Notes échinologiques V. Etude des variations chez le *Psammechinus miliaris* Klein des côtes du Calvados. *Bull. Soc. Linn. Normandie* (8e s.), t. II, 1929, p. 140.

267. Mercier (J.). — Notes échinologiques VI. Nouvelles observations sur des anomalies du test de *Psammechinus miliaris*. *Bull. Inst. Océanographique*, n° 559, 1930.

268. Mercier (J.). — Notes échinologiques IX. Etude des variations chez *Dorocidaris papillata* Leske et chez *Dorocidaris affinis* Philippi, *Ibid.*, n° 570, 1931.

269. Mercier (J.). — Etudes sur les Echinides du Bartonien de la bordure occidentale du Bassin de Paris. *Thèses*, 1932.

270. Morellet (L.) et Morellet (J.). — Que faut-il entendre par « Bartonien » Mayer-Eymar, 1857 ? *C. R. somm. S. G. F.*, 1934, p. 73-74.

271. Morellet (L.). — Le problème du synchronisme des assises de l'Eocène inférieur dans les bassins anglais, parisien et belge. *Ibid.*, 1937, p. 197.

272. Munier-Chalmas et Lapparent (de). — Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. *B. S. G. F.*, (3), t. XXI, 1893, p. 476.

273. Munier-Chalmas. — Caractères généraux du Bartonien dans le Bassin de Paris. *Ibid.*, (3), t. XXVIII, 1900, p. 11.

274. Pruvost (P.). — Sédimentation et subsidence. *Livre jubilaire du Centenaire de la S. G. F.*, t. II, 1930.

275. Raulin (V.). — Coupes géologiques des sondages exécutés dans le SO de la France par feu Tim. Billiot. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XXVI, 1866, p. 241.

276. Raulin (V.). — Age relatif des dépôts marins du bassin tertiaire de la Gironde. *B. S. G. F.*, (2), t. V, 1848, p. 111.

277. Raulin (V.). — Nouvel essai d'une classification des terrains tertiaires de l'Aquitaine. *Thèses*, 1848.

278. Raulin (V.). — Note relative aux terrains tertiaires de l'Aquitaine. *B. S. G. F.*, (2), t. IX, 1852, p. 354.

279. Raulin (V.). — Sur une coupe des terrains de la rive droite de Royan à Montauban. *Ibid.*, (2), t. IX, 1852, p. 25.

280. Raulin (V.). — Coup d'œil sur les progrès de la géologie en Aquitaine occidentale de 1838 à 1858.

281. Raulin (V.). — Sur quelques protubérances crétacées de la partie occidentale de l'Aquitaine. *Actes Acad. de Bordeaux*, 1862.

282. Raulin (V.). — Sur le Crétacé de Landiras. *Mém. Soc. Sc. Phys. et Nat. de Bordeaux*, t. 5, 1854, p. 18.

283. Raulin (V.). — Age des formations d'eau douce de la portion de l'Aquitaine à l'Est de la Garonne. *Actes Acad. Imp. Bordeaux*, 1855, p. 301-362.

285. Raulin (V.). — Aperçu sur les terrains tertiaires de l'Aquitaine occidentale. *Congrès scientif. de France*, Bordeaux, 1864.

286. Raulin (G.). — Succession des Mollusques terrestres et d'eau douce de la Gironde. *B. S. G. F.*, (3), t. XXVIII, 1900, p. 51.

287. Raulin (G.). — Carte géologique de la Gironde. Bordeaux, 1876.

288. Raulin (G.). — Sur les plissements du Bassin d'Aquitaine. *B. S. G. F.*, (3), t. XXVII, 1899, p. 114.

289. Raulin (G.) et Delbos (J.). — Essai d'une monographie des *Ostrea* des terrains tertiaires de l'Aquitaine. *Ibid.*, (2), t. XII, 1854.

290. Repelin (J.). — Observation sur les dépôts aquitaniens de l'Entre-deux-Mers. *B. S. G. F.*, (4), t. VI, 1906, p. 245.

291. Repelin (J.). — Limites de l'étage aquitanien. *Ibid.*, (4), t. XI, 1911, p. 100.

292. Repelin (J.). — Observations au sujet d'une nouvelle classification de l'Aquitanien. *Ibid.*, (4), t. XII, 1912, p. 501.

293. Repelin (J.). — Quelques observations sur le Tertiaire du Bordelais à l'occasion de la réunion de la Société Géologique. *C. R. somm. S. G. F.*, n° 17, 1920, p. 212.

294. Repelin (J.). — Feuille La Réole. *Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 80,

1901, p. 51; n° 85, 1902, p. 98; n° 110, 1906, p. 99; n° 115, 1907, p. 97; n° 119, 1908, p. 90.

295. Repelin (J.). — Feuille Grignols. *Ibid.*, n° 115, 1907, p. 98; n° 122, 1909, p. 93; n° 126, 1910, p. 111; n° 128, 1911, p. 81; n° 132, 1912.

296. Repelin (J.). — Remarques au sujet des dernières notes de Dollfus sur l'Oligocène du Sud-Ouest de l'Aquitaine. *C. R. somm. S. G. F.*, 1918, p. 28.

297. Reyt (L.). — Observations sur le Crétacé de Roquefort. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIV, 1890, p. 353.

298. Reyt (L.). — Sur la limite entre le Suessonien et le Parisien en Chalosse. *Ibid.*, t. XLVIII, 1895, p. 11.

299. Seunes. — Recherches géologiques sur les terrains secondaires de la région sous-pyrénéenne. *Thèses*, 1924.

300. Tournouer (B.). — Note stratigraphique et paléontologique sur les faluns du département de la Gironde. *B. S. G. F.*, (2), t. XIX, 1862, p. 1035.

301. Tournouer (B.). — Recensement des Echinodermes de l'étage Calcaire à Astéries dans le SO de la France. *Ibid.*, t. XXVII, 1869, p. 263-308.

302. Tournouer (B.). — Sur le Crétacé de Landiras. *B. S. G. F.*, (2), t. XIX, 1861, p. 1059.

303. Tournouer (B.). — Note sur la présence des Nummulites dans l'étage à *Natica crassatina* du bassin de l'Adour. *Ibid.*, (2), t. XX, 1863, p. 649.

304. Tournouer (B.). — Considérations sur les Echinidermes du Calcaire à Astéries. *Ibid.*, (3), t. III, 1875, p. 484-490.

305. Tournouer (B.). — Sur la synonymie de quelques Huîtres caractéristiques de l'étage de Bazas. *Ibid.*, (3), t. VIII, 1880, p. 294.

306. Tournouer (B.). — Sur le Crétacé de Landiras. *Ibid.*, (2), t. XIX, 1862, p. 1059.

307. Vasseur (G.). — Contribution à l'étude des terrains tertiaires du Sud-Ouest. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. II, 1891, p. 16.

308. Vasseur (G.). — Découverte de Vertébrés dans les Mollasses du Fronsadais. *CR. Ac. Sc.*, 1907, p. 1237, 1365.

309. Vasseur (G.). — Sur les dépôts éocènes de Campbon. *B. S. G. F.*, (3), t. V, 1876, p. 166.

310. Vasseur (G.). — Note sur les terrains tertiaires du Cotentin. *Ibid.*, (3), t. VII, 1878, p. 741.

311. Vasseur (G.). — Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. 1re partie : Bretagne. *Thèses*, 1881.

312. Vasseur (G.). — Sur les dépôts tertiaires de Saint-Palais près Royan (Charente-Inférieure). *Biblioth. Ec. Hautes Et., Sect. Sc. Nat.*, t. XXIX, art. n° 1, 1884.

313. Vasseur (G.). — Sur les formations infra-tongriennes du bassin de la Gironde. *P.-V. Soc. Linn. Bordeaux*, t. XLIII, 1889, p. xlii.

314. Vasseur (G.). — Sur l'âge des sables du Périgord. *Ibid.*, t. XLII, 1888, p. lviii.

315. Vasseur (G.). — Tableau de synchronisme des terrains tertiaires du bassin de Paris et du SO de la France. *Bull. Carte Géol. Fr.*, VI, 1893-1894 (en collaboration avec J. Repelin et J. Blayac).

316. Vasseur (G.). — Révision de la Carte géologique. *Ibid.*, feuille Libourne, t. XII, n° 85, 1902; t. XIII, n° 91, 1903. Feuille Orthez, t. XII, n° 85, 1902, p. 135; t. XIII, n° 91, 1903, p. 122.

317. Vasseur (G.). — Les facies de la formation marine stampienne dans le Bassin d'Aquitaine. *CR. Ac. Sc.*, CLII, 1911, p. 1426.

318. Vasseur (G.). — La France occidentale à l'époque stampienne. *Ibid.*, CLII, 1911, p. 1523, 2 cartes.

319. Vasseur (G.). — Faune de Bois-Gouet. Atlas paléontologique (préface de Cossmann), 1880-1917.

320. Welsch (J.). — Sur les sables de l'Eocène inférieur. *Bull. Carte géol. Fr.*, t. XX, n°s 120-125, 1909-1910, p. 54-58; t. XXI, n°s 127-132, 1911-1912, p. 49-62.

321. Welsch (J.). — Sur un affleurement de l'Eocène inférieur au Nord de Blaye, dans le pays de Conac (Charente-Inférieure). *CR. Ac. Sc.*, t. 153, 1911, p. 368.

322. Welsch (J.). — Plissements géologiques et traits géographiques en France. *La Nature*, 53e an., 2e sem., 1925, p. 268.

323. Welsch (J.). — Note géologique sur les environs de Lesparre et de Blaye. *Bull. Carte Géol. Fr.*, t. XXI, 1911, p. 441-454.

TABLE DES FIGURES DANS LE TEXTE

(27 cartes, 72 coupes et 20 schémas réunis en 57 figures)

Aperçu général

Pages

Fig. 1. — Position du Médoc dans le *synclinal girondin* 3
Fig. 2. — Principaux forages de la Gironde 7
Fig. 3. — Coupes comparées de Pigeon, Gosselet et Matheron (5 coupes) 11

Eocène

Chapitre I. — Eocène inférieur

Fig. 4. — Position des *Sables inférieurs* dans le *synclinal girondin* 62
Fig. 4 *bis*. — Position de la surface des *Sables inférieurs* : 65
I. Dans la *zone anticlinale de Lamarque*.
II. Dans la région de Bordeaux.

Chapitre II. — Eocène moyen

Dans les forages

Fig. 5. — Les facies du *Calcaire de Blaye* (2 coupes) 117
Coupe I : Bourg-Saint-André-de-Cubzac.
Coupe II : Trompeloup, Pauillac.
Fig. 6. — Position du *Calcaire de Blaye* dans le *synclinal girondin* 121
Coupe I : Talmont, Pauillac, Lamarque, Bordeaux, Château Vigneau.
Coupe II : Bordeaux, Libourne.
Fig. 7. — Importance relative des déformations du sol pendant le dépôt du *Calcaire de Blaye* 127
I. Dans la *zone anticlinale de Lamarque-Blaye*.
II. Dans la région de Bordeaux.

Pages

Fig. 8. — Les déformations du *synclinal girondin* pendant le dépôt des *couches marines et lacustres de Plassac* (4 coupes, I, II, III, IV) 139
Coupes I, II : Saint-Yzans, Pauillac, Lamarque, Bordeaux.
Coupes III et IV : Margaux, Bourg, Saint-André-de-Cubzac, Libourne.

Dans les affleurements

Fig. 9. — Le *Calcaire de Blaye* à Blaye 143
Fig. 10. — Le *Calcaire de Blaye* à la Citadelle de Blaye 145
I. Plan.
II. Coupe.
Fig. 11. — Les facies du *Calcaire de Blaye* à Blaye 147
Coupes I, II et III : Carrière de la Citadelle.
Coupe IV : Carrière de la Cave.
Coupe V : Falaise de Plassac.
Fig. 12. — Le *Calcaire de Blaye* au Sud-Est d'Anglade 149
Fig. 13. — Répartition schématique des facies et des Echinides dans l'assise supérieure du *Calcaire de Blaye*, des Drouillards à Anglade 149
Fig. 14. Le *Calcaire de Blaye* à Blaye 163
Coupe I : Par la carrière de l'Octroi.
Coupe II : Du Bois de Barbe à la Citadelle.
Fig. 15. — Le Calcaire à *Alveolina elongata* de Peyrelevade (Listrac) 167
Coupe I : Répartition des terrains d'après la Carte géologique.
Coupe II : L'affleurement de Peyrelevade.
Fig. 15 *bis*. — Coupes dans la partie centrale du dôme de Peyrelevade 171
Fig. 16. — Le bombement de Peyrelevade 173
Coupe I : Château Mauvezin, Peyrelevade, Château Beaumont.
Coupe II : Le Tris, Peyrelevade, le Bourdieu.
Fig. 17. — Le *Calcaire de Couquèques* 175
Fig. 18. — Les affleurements du *Calcaire de Couquèques* 177
Fig. 19. — Coupes de la bordure du bombement de Couquèques (coupes I, II, III, IV, V) 187
Fig. 20. — Le *Calcaire de Couquèques* 193
Coupe I : Représentation demi-schématique.
Coupe II : Relations entre le *Calcaire de Couquèques* et le *Calcaire de Saint-Yzans*.
Fig. 21. — Le *Calcaire de Saint-Palais* 197
I. Vue d'ensemble (vue cavalière).
II, III. Coupes de la falaise *(a b* et *c d)*.
IV. Coupe schématique de Saint-Palais à l'Amélie.

Pages

Fig. 22. — L'îlot de Cordouan et les rochers de Saint-Nicolas. 203
Fig. 23. — Les rochers de Saint-Nicolas (Le Verdon) 205
I et II. Coupes de l'affleurement.
III. Coupe d'ensemble de Saint-Palais à Saint-Nicolas.
Fig. 24. — Position du *Calcaire de Pédelail* par rapport aux couches éocènes de la Chalosse 211
Fig. 24 *bis*. — Le *Calcaire de Pédelail* et de la vallée du Louts. 215
I. Coupe du vallon de Pédelail.
II. Coupe *x y* (fig. 24) des couches éocènes de la vallée du Louts et de la Chalosse.
Fig. 25. — Les affleurements du *Calcaire de Blaye* (Blaye, Couquèques, Listrac, Saint-Nicolas, Saint-Palais) 221
Fig. 26. — Carte structurale de la surface du *Calcaire de Blaye* 229
Fig. 27. — Position de l'Eocène moyen et inférieur du Bas-Médoc par rapport au Crétacé des Charentes 231
Coupe I : L'Amélie, Le Verdon, Saint-Georges-de-Didonne.
Coupe II : Couquèques, Saint-Christoly, Saint-Dizant-du-Gua.
Coupe III : Château Loudenne (Saint-Yzans), Saint-Thomas-de-Conac.
Fig. 28. — Coupe schématique de l'estuaire au niveau de Saint-Christoly-de-Médoc 233

Faune — Conclusion

Fig. 29. — La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Ech. Archiaci* 255
Fig. 29 *bis*. — Variations morphologiques du système cloisonnaire des *Echinodiscus* du *Calcaire de Couquèques* 261
Fig. 30. — Répartition des principales espèces d'Echinides de l'Eocène moyen 281
Fig. 31. — Répartition des Foraminifères dans l'Eocène de la Gironde et de la partie occidentale du Bassin d'Aquitaine. 299

CHAPITRE III. — EOCÈNE SUPÉRIEUR

Fig. 32. — La transgression du *Calcaire de Saint-Estèphe*, d'après MATHERON 309
Fig. 33. — Le niveau inférieur du *Calcaire de Saint-Estèphe* de Caussan à Bournac 309
Fig. 34. — Les facies du niveau inférieur du *Calcaire de Saint-Estèphe* 309
Fig. 35. — L'Eocène supérieur de Saint-Yzans à Bégadan 320

Pages

Fig. 36. — Coupes dans l'Eocène supérieur de Saint-Yzans-Bégadan 321
Coupe I : Butte 3, Blaignan, Patiras.
Coupe II : Fontane, La Fenêtre, La Landette.
Coupe III : Butte de Bel-Air, Civrac, Tartuguière.
Fig. 37. — L'Eocène supérieur de la région Moulis-Listrac (carte) 331
Fig. 38. — L'Eocène supérieur du Bois de Barbe à Roque-de-Tau (2 coupes) 335
Fig. 39. — Les déformations du *synclinal girondin* pendant l'Eocène supérieur 349
Fig. 40. — Le système cloisonnaire de *Sismondia occitana* . . . 357

Oligocène

Fig. 41. — L'Oligocène dans la commune de Vertheuil (Carte au 1/50.000e) 367
Fig. 42. — L'Oligocène dans les communes de Cissac et Saint-Sauveur (Carte au 1/50.000e) 371
Fig. 43. — Coupes dans l'Oligocène sur le territoire des communes de Vertheuil, Cissac, Saint-Sauveur, Saint-Laurent. 373
Coupe I : Le Meynieu, Vertheuil, Cazeaux.
Coupe II : Artigues, Junlande, Les Gunes.
Coupe III : Blagnac, Lugagnac, Artiguillon.
Coupe IV : Saint-Laurent, Saint-Sauveur, Cissac, Vertheuil.
Fig. 44. — L'Oligocène dans les communes de Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan et Lesparre (Carte au 1/80.000e) 375
Fig. 45. — Coupes dans l'Oligocène sur le territoire des communes de Saint-Germain-d'Esteuil, Ordonnac, Blaignan et Lesparre 377
Coupes I, II, III et IV : Sur la bordure orientale.
Coupe V : Coupe d'ensemble de la bordure orientale.
Fig. 46. — Les affleurements du *Calcaire à Astéries* dans le Bas-Médoc 391
Fig. 47. — L'Oligocène dans l'*anticlinal de Listrac* (coupes) . . 393
Fig. 48. — L'Oligocène dans le *synclinal de Bordeaux* 401
I. Rive droite : de Bourg à Blaye (carte).
II. Région de Bordeaux (carte).
Fig. 49. — L'Oligocène dans la région de Bordeaux (6 coupes). 403
Fig. 50. — Les déformations du *synclinal girondin* pendant et après l'Oligocène 427
I. Coupe : Lesparre, Bordeaux, Cadillac.
II. Coupe : Plassac, Avensan, Arcachon.

Pages

Fig. 51. — Relations du Chattien et de l'Aquitanien avec le *Calcaire à Astéries* dans le *synclinal de Bordeaux* (2 coupes) 441

Miocène

Fig. 52. — Le Miocène dans le *synclinal girondin* (carte) 453
Fig. 53. — Les déformations de l'Helvétien (1 carte, 2 coupes). 455
Fig. 54. — Les déformations du *synclinal girondin* et de la partie nord de l'Aquitaine occidentale pendant et après le Miocène 461

Conclusions

Fig. 55. — Structure tectonique du *synclinal girondin* 479
Fig. 56. — Coupes générales (Carte d'assemblage des planches hors texte) 479
Fig. 57. — Les déformations du *synclinal girondin* selon la direction Libourne, Bordeaux, Arcachon, pendant les différentes périodes du Tertiaire 485

LISTE DES PLANCHES HORS TEXTE

Stratigraphie

Vues photographiques (clichés A. Fabre)

Planche I. — Le *Calcaire de Blaye* à Blaye.
Vue 1. — La Citadelle (carrière C, fig. 10 et 11, I).
Vue 2. — Carrière de la Cave (fig. 11, IV).
Planche II. — Vue 3. — Le *Calcaire de Peyrelevade* (Listrac) (fig. 15 *bis* et 16).
Vue 4. — Le *Calcaire de Couquèques* (Partie de la carrière 3, fig. 18 et 19).
Planche III. — Le *Calcaire de Saint-Palais.*
Vue 5. — Près du Pont de la Corniche : contact 2 du Calcaire à Echinides 3 avec le Crétacé 1.
Vue 6. — Au Bureau : grès calcarifères 5 du Saint-Palais supérieur surmontant le Calcaire à Echinides 3 du Saint-Palais inférieur.
Planche IV. — Le *Calcaire de Saint-Palais.*
Vue 7. — Anse du Bureau : Calcaire gréseux 5 du Saint-Palais supérieur superposé au Calcaire à Echinides 3 du Saint-Palais inférieur.
Vue 8. — Anse de Puyraveau : Marnes graveleuses 7 intercalées dans les sables rouges grossiers 6; 8, cordon de galets du *Calcaire lacustre.*
Planche V. — Vue 9. — Le *Calcaire de Saint-Nicolas* 1 (Calcaire de Saint-Palais).
Vue 10. — Le *Calcaire de Couquèques* 3 à Saint-Nicolas (coupes de la fig. 23).
Planche VI. — Vue 11. — Le Grès à Anomies dans la tranche de la route du Bois de Barbe (fig. 38, c. II).
Vue 12. — L'Eocène supérieur dans la tranchée de la route de Bourg à Blaye, à Roque-de-Tau (fig. 38, c. I).

Paléontologie

Planche VII[a]. — La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Echinolampas Archiaci :* vue de la face supérieure.

Planche VII[b]. — La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Echinolampas Archiaci* : profil des échantillons de la planche VII[a] (les numéros des deux planches sont les mêmes).

Planche VIII. — *Echinolampas dorsalis* du *Calcaire de Couquèques.*

Planche IX. — *Echinolampas burdigalensis* du *Calcaire de Couquèques.*

Planche X. — Variations morphologiques des espèces du genre *Echinodiscus.*

Planche XI. — *Sismondia intermedia* de Couquèques.

Planche XII. — Espèces d'Echinides du *Calcaire de Couquèques.*

Planches générales

Planche A. — Les principaux forages du *synclinal de Pauillac* et de l'*anticlinal de Listrac-Blaye.*

Planche B. — Les principaux forages du *synclinal de Bordeaux.*

Planche C. — I. — Paléogéographie : les lignes de rivage des mers tertiaires dans le département de la Gironde.

II. — Diagramme général des synchronismes des terrains tertiaires dans le *synclinal girondin.*

III. — Diagramme des terrains tertiaires sur la bordure du *Bassin girondin* selon la direction Saint-Palais-Soulac (flanc sud-ouest et l'*anticlinal A*).

IV. — Diagramme des synchronismes des terrains tertiaires dans le *synclinal girondin* et le Nord de l'Aquitaine.

V. — Coupe schématique (Bordeaux-Agen) des mêmes terrains : les épaisseurs réelles sont ramenées à l'échelle de 1/12.000[e].

Planche D. — I. — Coupe de l'Eocène inférieur et moyen du *synclinal girondin* sur la direction Talmont-Château Vigneau.

IV. — Coupe d'ensemble des terrains tertiaires sur la direction Libourne-Bordeaux.

I' et IV'. — Les déformations du *synclinal girondin* pendant le Tertiaire sur la direction des coupes I et IV.

Planche E. — I. — Coupes des terrains tertiaires du Médoc (carte d'assemblage, fig. 55).

II, III. — Coupes longitudinales.

1, 2, 3, 4, 5. — Coupes transversales.

TABLE DES LOCALITÉS (1)

Pages

Andernos . . 415, *427*, *453*, 456
Anglade 150, 160
Arcachon 112, 341, 414, *427*, *453*
Arcins 130
Arsac 396
Arveyres 339
Avensan *331*, 395, *427*
Bassens 106
Bégadan . . . 188, 318, *320*, 322
Béliet *453*
Blaignan *321*, 322, 326, *375*, 378
Blanquefort 399
Blaye 37, *65*, 91, *126*, 142, *143*, 157, *163*, *229*, 336
Bommes 30, *62*, *121*
Bordeaux . 42, *62*, *65*, 105, 109, *121*, *126*, 131, *139*, 340, *401*, *403*, 405, 412, *427*, 455
Bouliac *401*
Bourg . .. *65*, 97, *117*, *126*, 130, 134, *139*, 337
Bouscat (Le) *403*, 404
Bruges 131, 339
Cabanac-Villagrains . . . 5, *452*
Cadillac . . . 48, 113, 341, *403*, 406, 413
Cantenac 332
Cap-Ferret *453*, *455*, *461*
Captieux *455*, *461*
Cartelègue 161

Pages

Castelnau *393*, 395
Castillon 101
Caudéran 45, 107, *401*
Cars 129, 133
Caychac *441*
Cenon *401*, *403*, 409
Cestas *453*
Cissac 369, *371*, *373*, 383
Civrac du Médoc . . . *175*, *320*, 321, 322, 326, 379
Couquèques . . . 174, *175*, *177*, 184, *229*, *237*, *320*
Cussac 36, *62*
Etauliers 89
Eyrans 148
Gaillan 390, *391*
Générac 92, 152
Grayan l'Hôpital 390, *391*
Haillan (Le) *401*
Hostens *453*, *455*
Ile du Nord 95
Izon 339
Jau-Dignac-Loirac 40, 88
Labarde 129, 133
La Brède 439
Lacanau 453, 458
Lamarque 31, 33, *62*, *65*, 89, *121*, *126*, *139*
Landiras 413, *427*
Lansac 333
Léognan *453*
Lesparre *375*, 388, *427*

(1) Les nombres en italique renvoient aux figures.

Pages

Lestiac 48
Libourne . . 48, 101, *121*, 135, *139*, 338, 402
Listrac-Médoc . . 165, *229*, 329, *331*, 392, *427*
Lormont *401*, *403*, 410
Ludon 100, 104
Margaux 37, 93, 129, 133, *139*, 190, *332*
Martignas *441*, 451
Mazion 148
Mérignac *401*
Mios *453*, *455*
Moulis 36, 329, *331*, 392, *393*
Naujac 87
Ordonnac 326, 374, *375*
Pauillac . . 31, 38, *62*, 84, *117*, *121*, 129, 133, *139*, 315, 369
Pessac *401*
Plassac 154, 157, 160 *163*
Portets 48, 113, 340
Prignac 130, 134, 380
Queyrac 390
Rions 48, 113, 340
Roque-de-Tau. . . 161, 333, *335*
Salles *453*, *455*, *461*
Saucats *453*
Segonzac 151
Soulac 52, 87
Soussans 129
Saint-André-de-Cubzac. 97, *117*, 130, 134, *139*, 337, 402

Pages

Saint-Androny 151
Saint-Christoly-de-Médoc. . *175*, 182, *231*
Saint-Christoly-de-Blaye . . 337
Saint-Estèphe . . 189, 319, 324, 366
Saint-Germain-d'Esteuil . . 324, 374, 387
Saint-Loubès 339
Saint-Julien-Beychevelle . . 129, 133, 190
Saint-Laurent-Médoc *373*, 385, *427*
Saint-Médard-en-Jalles. 408, *453*
Saint-Sauveur . . 369, *371*, *373*, 382, 385
Saint-Seurin-de-Cadourne. 129, 133, 316
Saint-Symphorien . . . *453*, *455*
Saint-Yzans-de-Médoc. . 31, 39, *62*, 84, 129, *139*, *175*, 182, 186, 316
Taillan-Médoc (Le) 409
Talence *401*, *403*
Valeyrac *175*
Vayres 339
Vendays 390, *391*
Vensac 390, *391*
Verdon-sur-Mer (Le) .. 52, 87, 202, *231*
Vertheuil 324, 366, *367*, *373*, 386

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION I
APERÇU GÉNÉRAL 1

ÉOCÈNE

CHAPITRE I. — **Eocène inférieur**

HISTORIQUE 18
DESCRIPTION :
Limite inférieure des terrains tertiaires 30
Les Sables inférieurs dans les forages profonds du centre du bassin 33
Les Sables inférieurs dans les régions de bordure du synclinal girondin 47
RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 53

CHAPITRE II. — **Eocène moyen**

HISTORIQUE 69

DESCRIPTION :

L'EOCÈNE MOYEN DANS LES FORAGES PROFONDS DE LA GIRONDE

Le Calcaire de Blaye

Synclinal de Pauillac 83
Zone anticlinale de Lamarque : anticlinal Listrac-Blaye. 89
Synclinal de Bordeaux 97
Conclusions 114

Les couches marines et lacustres de Plassac

Couches à *Ostrea cucullaris* 129
Calcaire lacustre de Plassac 133
Résumé et conclusions 135

L'Eocène moyen dans les affleurements

Pages
Blaye : le Calcaire de Blaye *(s. str.)* 142
Listrac-Médoc : le Calcaire à *Alveolina elongata* de Peyrelevade 165
Couquèques : le Calcaire de Couquèques 174
Le Calcaire de Saint-Palais (Charente-Inférieure) 195
Le Calcaire à Milioles de Pédelail (Landes) 210
Résumé et conclusions :
Résumé 218
Conclusions : explication des faits 222
Tectonique du Calcaire de Blaye 228
La faune de l'Eocène moyen :
Mollusques 235
Brachiopodes, Bryozoaires, Zoanthaires 247
Echinides 249
Foraminifères 284
Composition de l'étage lutétien en Gironde 293
Tableau des synchronismes 303

CHAPITRE III. — **Eocène supérieur**

Historique 305
Description :
Région du synclinal de Pauillac 315
Région de l'anticlinal Listrac-Blaye 329
Région du synclinal de Bordeaux 337
Résumé et conclusions 342
La faune de l'Eocène supérieur 350
Composition de l'Eocène supérieur 358
Tableau des synchronismes 360-361

OLIGOCÈNE

Historique 364
Description :
Synclinal de Pauillac 366
Anticlinal Listrac-Blaye 392
Synclinal de Bordeaux 399
Résumé et conclusions 417
Résultats 424
La faune 430
Composition de l'Oligocène dans le Médoc et le département de la Gironde 437
Tableau des synchronismes 448-449

MIOCÈNE

Pages

Stratigraphie du Miocène du Médoc 451
Extension et puissance des dépôts miocènes dans le Bassin girondin 452
Les déformations du synclinal girondin 458

CONCLUSIONS

Stratigraphie 463
Tableau de la composition des étages 476-477
Tectonique 475

Bibliographie 503
Table des figures dans le texte 521
Liste des planches hors texte 527
Table des localités 529

Bordeaux. — Imp. E. Drouillard, place de la Victoire, 3.

ERRATA

Fig. 8, page 139, légende, *au lieu de* « L/H = 175 », *lire :* L/H = 1/175e.

Page 144, ligne 24, *au lieu de* « (vue 1, fig. 11) », *lire :* (vue 1 et fig. 11).

Page 156, ligne 26, *au lieu de* « Cars (f. 1) », *lire :* Cars (f. 18).

Page 192, ligne 23, *au lieu de* « bordure orientale », *lire :* bordure occidentale.

Page 373, fig. 43, II, *au lieu de* « Artigue », *lire :* Artigues.

Page 474, ligne 11, *au lieu de* « division des zones », *lire :* division en zones.

Page 495, ligne 21, *au lieu de* « *zone anticlinale* S^2 », *lire : zone synclinale* S^2.

Pages 249 à 254 : les désignations VII et VII *bis* correspondent respectivement aux planches VII^{a} et VII^{b}.

DEUXIÈME THÈSE

LES TERRAINS DE REVÊTEMENT DU MÉDOC

Vu et approuvé :

Paris, le 9 Novembre 1938.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

CH. MAURAIN.

Vu
et permis d'imprimer :

Le Recteur
de l'Académie de Paris,

G. ROUSSY.

Planche I. — Le Calcaire de Blaye, à Blaye.

Vue 1. — La Citadelle (carrière C, fig. 10 et fig. 11, I).

Vue 2. — Carrière de la Cave (fig. 11, V).

Dans les deux vues : superposition des Couches à Echinides 2 au Calcaire miliolitique compact 1. — 3. Couches à *O. cucullaris*.

Planche II. — Vue 3. — Le Calcaire de Peyrelevade (Listrac).
Vue 4. — Le Calcaire de Couquèques (Partie de la carrière 3, fig. 18 et 19).

Planche III. — Le Calcaire de Saint-Palais.

Vue 5. — Près du Pont de la Corniche : contact 2 du Calcaire à Echinides 3 avec le Crétacé 1.

Vue 6. — Au Bureau : grès calcarifères 5 du Saint-Palais supérieur surmontant le Calcaire à Echinides 3 du Saint-Palais inférieur.

Planche IV. — Le Calcaire de Saint-Palais.

Vue 7. — Anse du Bureau : Calcaire gréseux 5 du Saint-Palais supérieur superposé au Calcaire à Echinides 4 du Saint-Palais inférieur.

Vue 8. — Anse de Puyraveau : Marnes graveleuses 7 intercalées dans les sables rouges grossiers 6; 8, cordon de galets de calcaire lacustre.

Planche V. — Vue 9. — Le calcaire de Saint-Nicolas 1 (Calcaire de Saint-Palais).

Vue 10. Le Calcaire de Couquèques 3 à Saint-Nicolas (Coupes de la figure 23). — (Au dernier plan, le Calcaire de Saint-Palais 1 de la vue précédente.)

Planche VI. — Vue 11. — Le grès à Anomies dans la tranchée de la route du Bois de Barbe (fig. 38, c. II).

Vue 12. — L'Eocène supérieur dans la tranchée de la route de Bourg à Blaye, à Roque-de-Tau (fig. 38, c. I)

PLANCHE VII[a]

PLANCHE VII[a]

La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Echinolampas Archiaci*

(Face supérieure, réduction : 1/2)

Forme globuleuse :

1. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
4. *Ech. Archiaci* de Pédelail (Landes).
5. *Ech. Archiaci* de Blaye (rue des Maçons).
6. Exemplaire de la Citadelle de Blaye (base) faisant passage à *Ech. blaviensis* et à *Ech. stelliferus.*
7. Exemplaire de la rue des Maçons (même signification que 6).

8, 9. Forme surélevée d'*Ech. blaviensis.*

Forme allongée et rostrée :

2. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
11. *Ech. Archiaci* de Listrac (Peyrelevade).
12. *Ech. Archiaci* de Blaye (rue des Maçons).
13. *Ech. lesparrensis* du Calcaire à Milioles de Saint-Yzans.
14. *Ech. lesparrensis,* forme globuleuse.
15. *Ech. lesparrensis,* forme surélevée.

Forme basse :

3. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
16. *Ech. Archiaci* de Pédelail (Landes).
17. *Ech. lesparrensis,* forme surbaissée (Calcaire de Saint-Yzans).
18. *Ech. Blainvillei* (Calcaire à Astéries).

Ech. ovalis :

19. *Ech. ovalis,* forme basse (Calcaire de Saint-Estèphe).
20. *Ech. ovalis,* forme élevée et rostrée (Marnes blanches).
21. *Ech. ovalis,* forme surélevée du niveau supérieur des Marnes blanches.

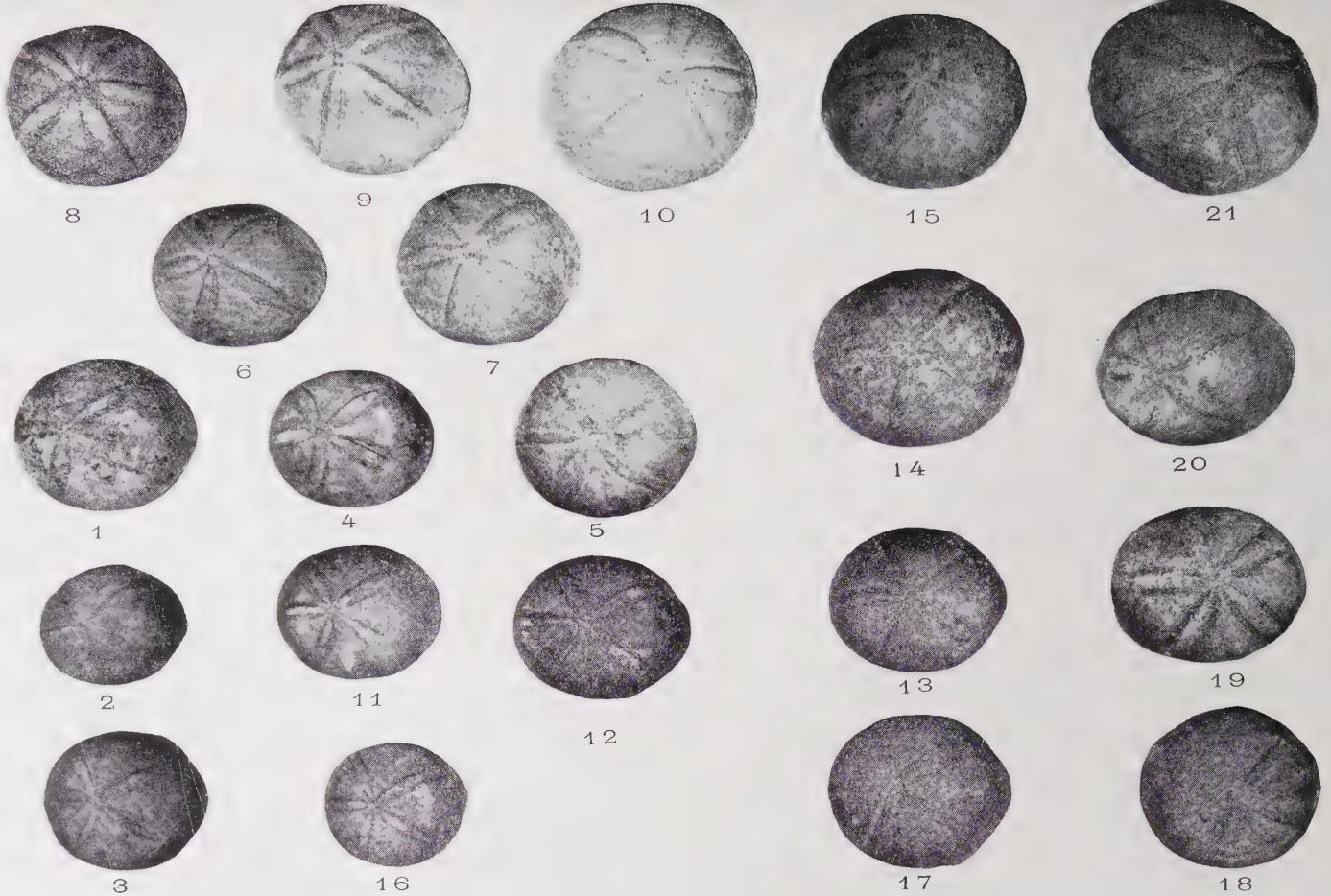


PLANCHE VII[a]

PLANCHE VII[b]

PLANCHE VII[b]

La filiation des espèces d'*Echinolampas* dérivées d'*Echinolampas Archiaci*

(Profil; réduction : 1/2)

Forme globuleuse :

1. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
4. *Ech. Archiaci* de Pédelail (Landes).
5. *Ech. Archiaci* de Blaye (rue des Maçons).
6. Exemplaire de la Citadelle de Blaye (base) faisant passage à *Ech. blaviensis* et à *Ech. stelliferus.*
7. Exemplaire de la rue des Maçons (même signification que 6).
8, 9. Forme surélevée d'*Ech. blaviensis.*

Forme allongée et rostrée :

2. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
11. *Ech. Archiaci* de Listrac (Peyrelevade).
12. *Ech. Archiaci* de Blaye (rue des Maçons).
13. *Ech. lesparrensis* du Calcaire à Milioles de Saint-Yzans.
14. *Ech. lesparrensis,* forme globuleuse.
15. *Ech. lesparrensis,* forme surélevée.

Forme basse :

3. *Ech. Archiaci* de Saint-Palais (Charente-Inférieure).
16. *Ech. Archiaci* de Pédelail (Landes).
17. *Ech. lesparrensis,* forme surbaissée (Calcaire de Saint-Yzans).
18. *Ech. Blainvillei* (Calcaire à Astéries).

Ech. ovalis :

19. *Ech. ovalis,* forme basse (Calcaire de Saint-Estèphe).
20. *Ech. ovalis,* forme élevée et rostrée (Marnes blanches).
21. *Ech. ovalis,* forme surélevée du niveau supérieur des Marnes blanches.

Remarques. — 1. Les individus 5, 7, 10, 12 ont été jusqu'ici réunis dans l'espèce *Ech. blaviensis.*

2. Les individus 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 16 sont de vrais *Ech. Archiaci.*

3. Les individus surélevés 10, 15, 21, très voisins comme forme, appartiennent à trois espèces différentes.

PLANCHE VII.

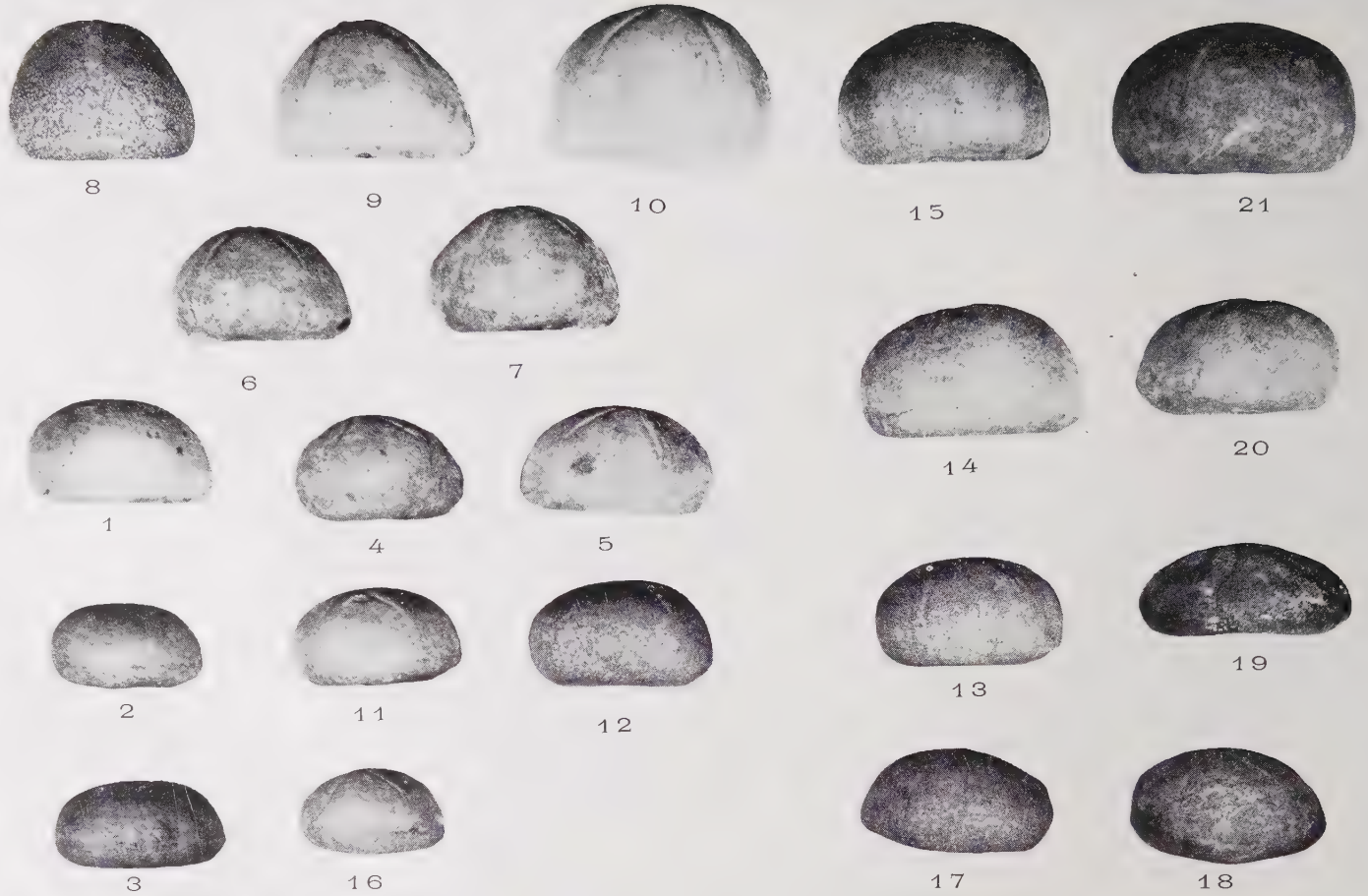


PLANCHE VIII

PLANCHE VIII

Echinolampas dorsalis, Calcaire de Couquèques (Médoc) :

1, 2. Forme haute (carrière 1, fig. 18).

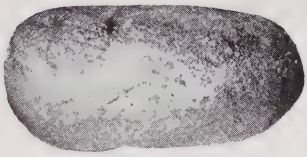
3. Forme basse (carrière 3, fig. 18).

4, 5, 6. Forme allongée et renflée.

Les formes 4, 5, 6, 7, 8, 9 ont été réunies pour constituer la variété *brionensis.*

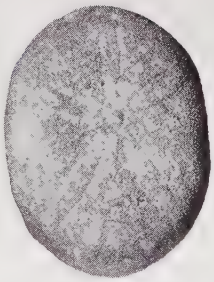
1

3

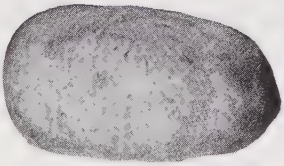


2

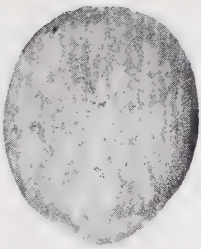
4



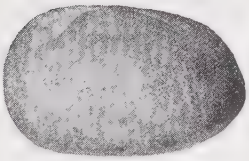
5



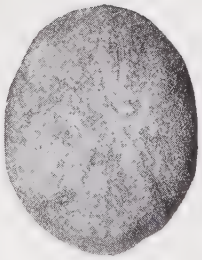
6



7



9



8

Planche VIII

PLANCHE IX

PLANCHE IX

Echinolampas burdigalensis, Calcaire de Couquèques (Médoc) :

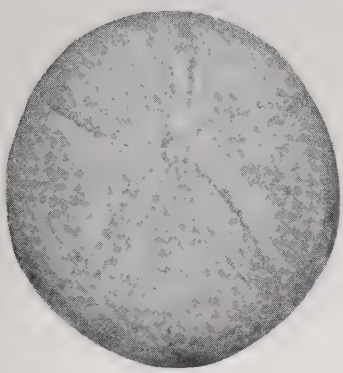
1, 2. Forme basse, circulaire (carrières des groupes B et C).

3. Forme allongée, épaisse, à grands ambulacres (carrière 1).

4, 5. Forme élevée (carrières du groupe C).

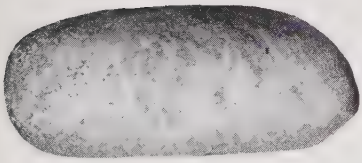
6. Profil d'un exemplaire d'*Ech. stelliferus* de la Citadelle de Blaye. La comparaison des deux profils 5 et 6 fait ressortir la convergence de forme.

7, 8. Individus de petite taille de la carrière 3 faisant passage à *Ech. ovalis.*

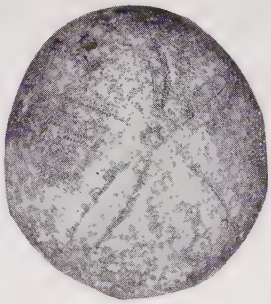


1

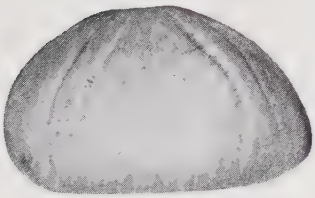
3



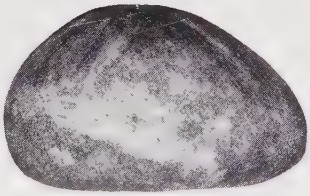
2



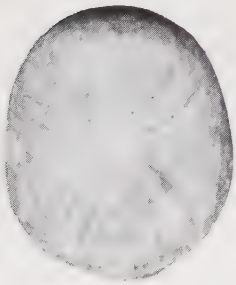
4



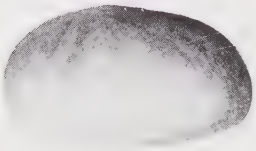
6



5



7



8

Planche IX

PLANCHE X

PLANCHE X

Echinodiscus marginalis :

1, 2, 4, 5. Forme typique de Couquèques et de Blaye.

3. Face inférieure : les contours des plaques du test ont été dessinés.

6. Coupe d'une forme plate de Blaye.

Echinodiscus medulensis nov. sp. :

7, 8. Forme typique de Couquèques (carrière 3).

9. Coupe : cloisons concentriques simples recourbées à leur extrémité.

10, 11. *Ech. medulensis* var. *brionensis :* Couquèques (carrière 1).

12 à 17. *Ech. medulensis* var. *Neuvillei :* Couquèques, niveau marneux de la carrière 3.

Peronella canteranensis nov. sp. :

18. Exemplaire de grande taille.

19, 20, 21. Forme typique des carrières du groupe B des environs de Canterane (Couquèques).

Planche X

PLANCHE XI

PLANCHE XI

Sismondia intermedia nov. sp. (Couquèques) :

Forme basse (contour, faces inférieure et supérieure et profil rappellent le genre *Echinodiscus*) :

1, 2. Exemplaires gérontiques.

3, 4, 5, 6, 7. Forme typique.

8, 9, 10. Exemplaires jeunes.

Forme haute (forme générale voisine de *Sismondia occitana*) :

11, 12. Exemplaires gérontiques.

13 à 19. Forme typique.

20, 21. Exemplaires jeunes.

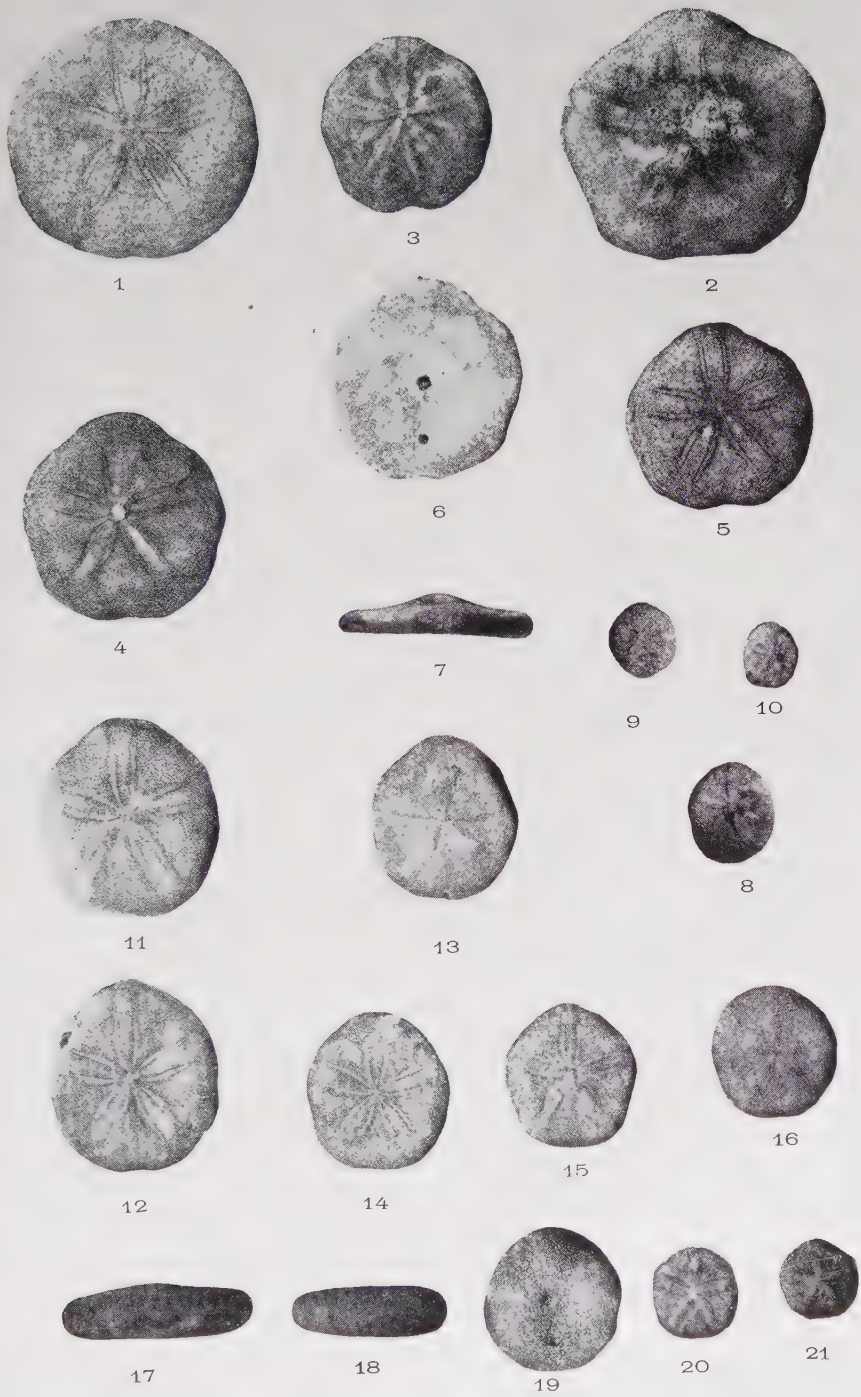


PLANCHE XI

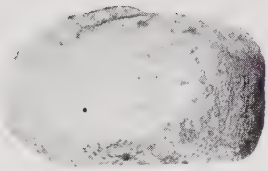
PLANCHE XII

PLANCHE XII

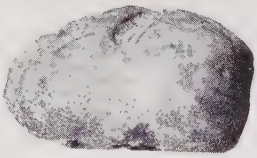
1, 2. *Schizaster latus :* Couquèques (carrières du groupe A).
3, 4. *Schizaster Archiaci :* Couquèques (carrières du groupe C).
5, 6. *Blaviaster Grossouvrei :* Couquèques (carrières 2, 3).
7, 8. *Brissoides Croizieri :* Couquèques (carrière 3).
9, 10, 11. *Medocechinus Neuvillei :* Couquèques (carrière 22).

1

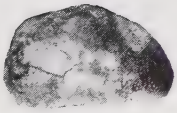
3



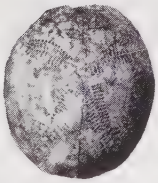
2



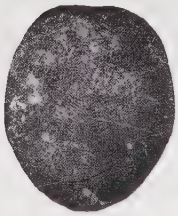
4



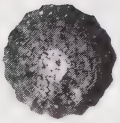
5



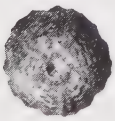
6



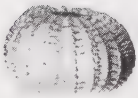
7



9



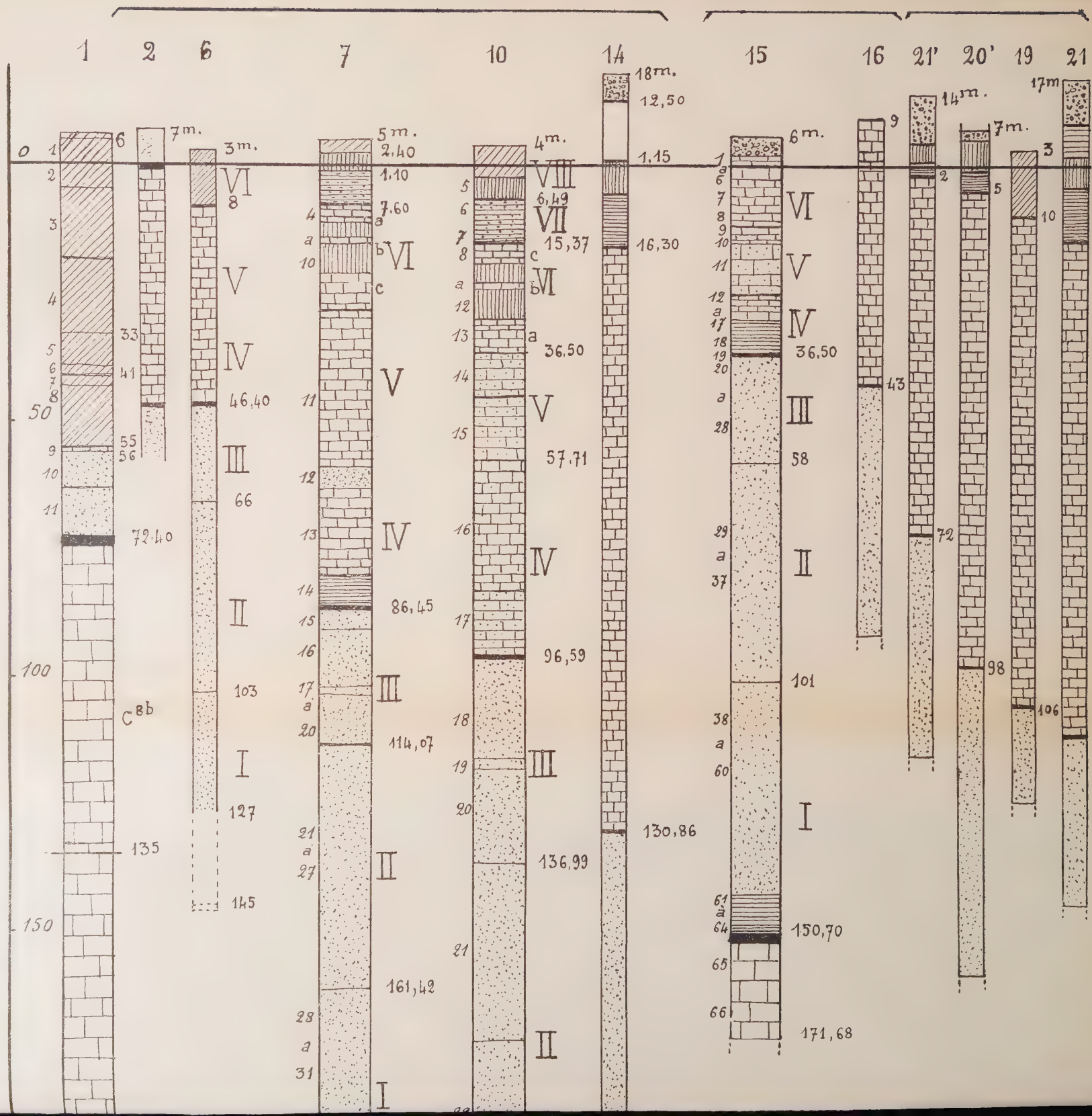
10

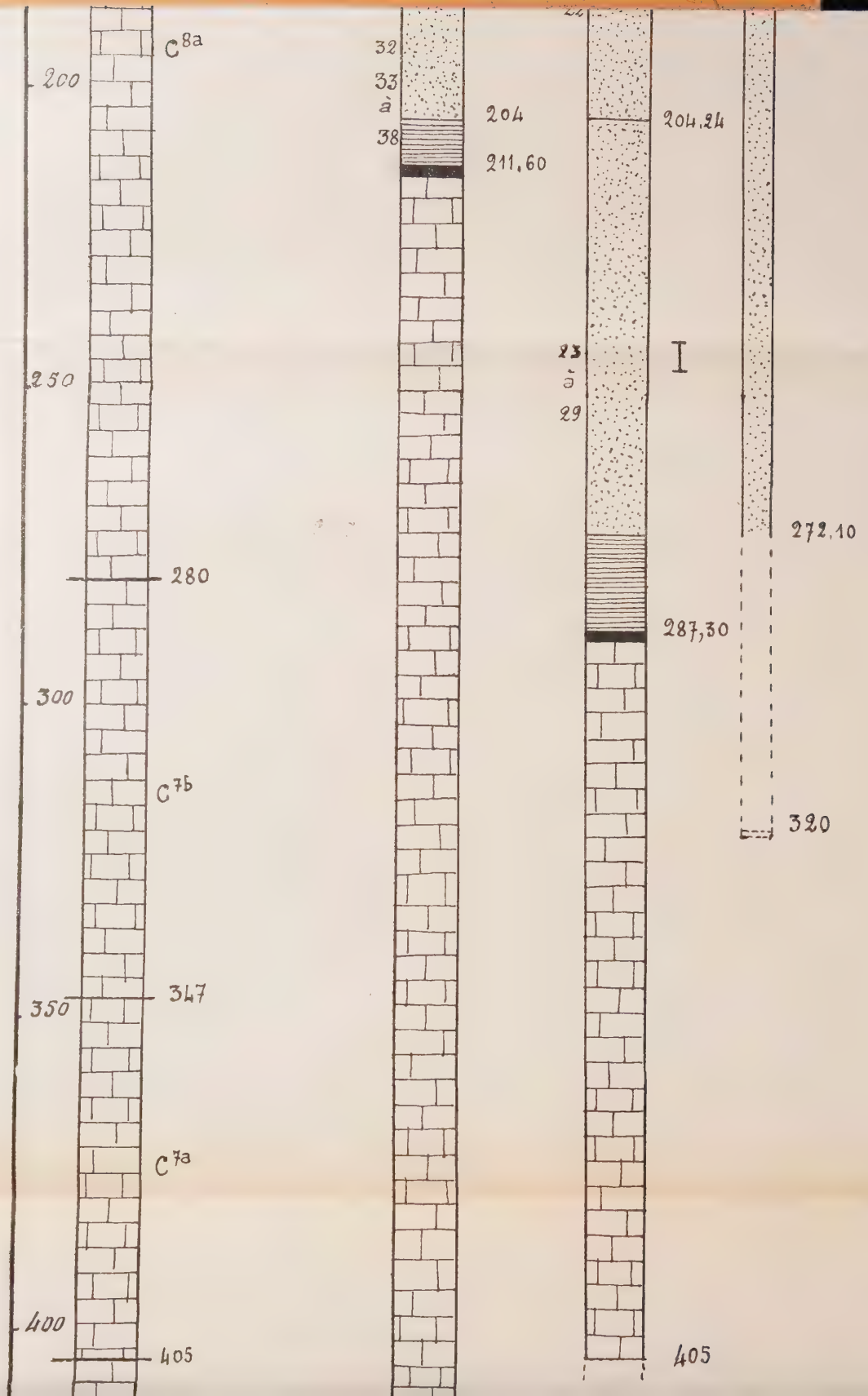


11

8

Planche XII


1
2
6
7
10
14
15
16
21'
20'
19
21
0
50
100
150
6
33
41
55
56
72.40
C8b
135
7m.
3m.
VI
8
V
IV
46,40
III
66
II
103
I
127
145
5m.
2,40
1,10
7.60
VI
V
IV
86,45
III
114,07
II
161,42
I
4m.
VIII
6,49
VII
15,37
VI
36.50
V
57.71
IV
96,59
III
136,99
II
18m.
12,50
1,15
16,30
130,86
6m.
VI
V
IV
36,50
III
58
II
101
I
150,70
171,68
9
43
14m.
2
72
7m.
5
98
17m
3
10
106


C8a
200
250
280
300
C7b
350
347
C7a
400
405
32
33
à
38
204
211,60
23
à
29
I
204,24
287,30
272,10
320
405

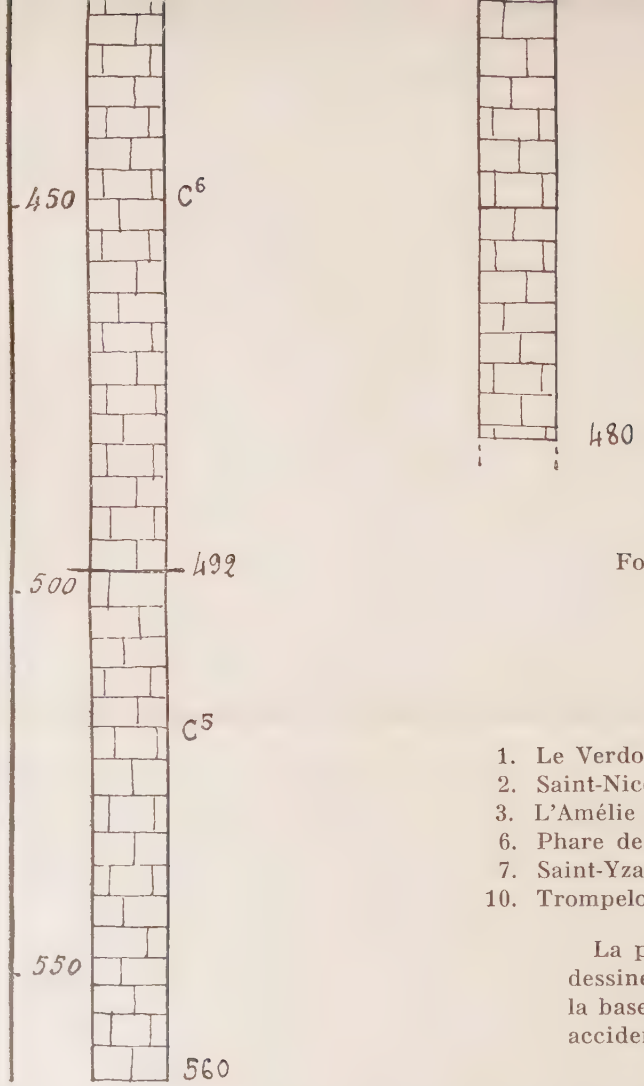


PLANCHE A

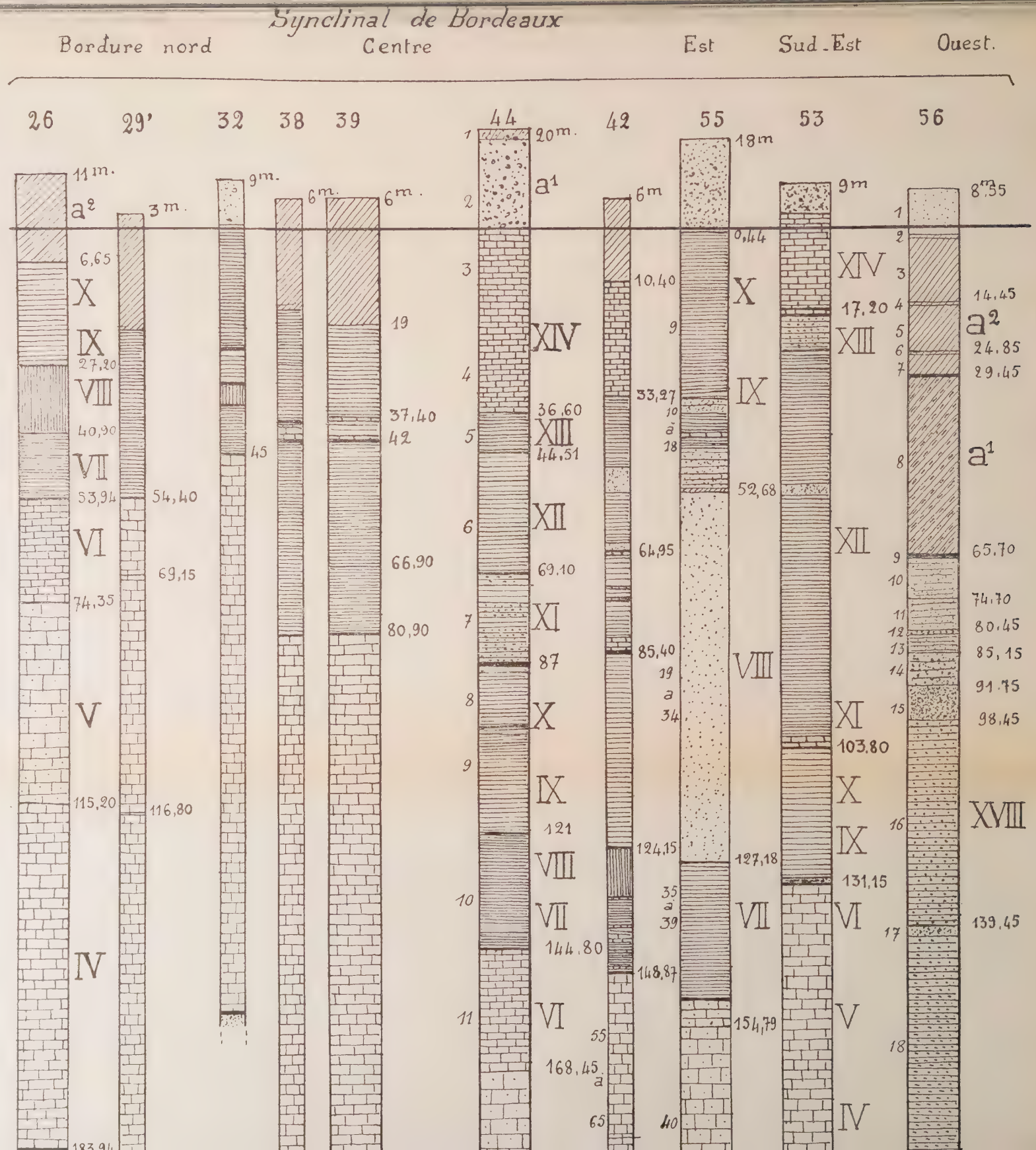
Forages types du *synclinal de Pauillac* et de l'*anticlinal* Listrac-Blaye

(1 m. est représenté par un 1 m/m)

---

1. Le Verdon.
2. Saint-Nicolas (Le Verdon).
3. L'Amélie (Soulac).
6. Phare de Richard.
7. Saint-Yzans (Château Loudenne).
10. Trompeloup (près de Pauillac).
14. Cussac (Château Beaumont).
15. Lamarque.
16. Blaye (Abattoir).
21'. Margaux (Château Brown).
20'. Margaux (Château Margaux).
21. Margaux (Château Palmer).

La position du sommet du Crétacé dans les forages 1, 7, 10, 15 dessine schématiquement le *synclinal de Pauillac*. La position de la base du *Calcaire de Blaye*, dans tous les forages, représente cet accident et l'*anticlinal Listrac-Blaye*.


Synclinal de Bordeaux
Bordure nord
Centre
Est
Sud-Est
Ouest.
26
29'
32
38
39
44
42
55
53
56
11m.
a2
6,65
X
IX
27,20
VIII
40,90
VII
53,94
VI
74,35
V
115,20
IV
183,94
3m.
54,40
69,15
116,80
9m.
45
6m.
6m.
19
37,40
42
66,90
80,90
20m.
a1
XIV
36,60
XIII
44,51
XII
69,10
XI
87
X
IX
121
VIII
VII
144,80
VI
168,45
a
6m
10,40
9
33,27
10
a
18
64,95
85,40
19
a
34
124,15
35
a
39
148,87
55
65
40
18m
0,44
X
IX
52,68
VIII
127,18
VII
154,79
9m
XIV
17,20
XIII
XII
103,80
XI
X
131,15
IX
VI
V
IV
8m,35
14,45
a2
24,85
29,45
a1
65,70
74,70
80,45
85,15
91,75
98,45
XVIII
139,45

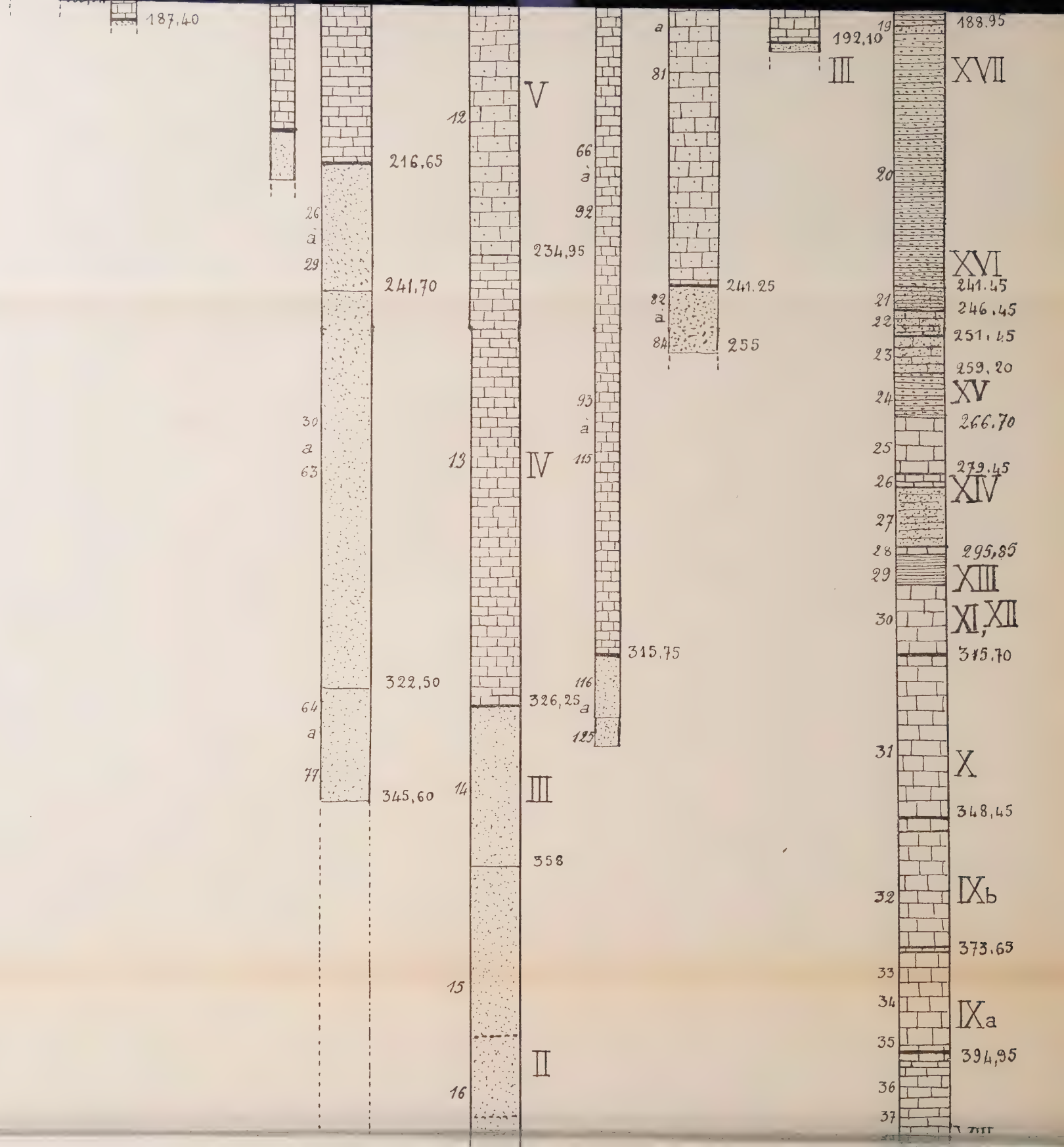

187,40
216,65
26
a
29
241,70
30
a
63
322,50
64
a
77
345,60
12
V
234,95
13
IV
326,25
14
III
358
15
II
16
66
a
92
93
a
115
315,75
116
a
125
a
81
241,25
82
a
84
255
192,10
III
19
188,95
XVII
20
XVI
241,45
21
246,45
22
251,45
23
259,20
24
XV
266,70
25
279,45
26
XIV
27
28
295,85
29
XIII
30
XI,XII
315,70
31
X
348,45
32
IXb
373,65
33
34
IXa
35
394,95
36
37

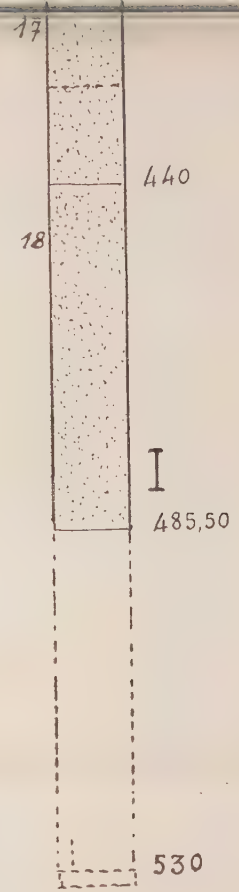
PLANCHE B

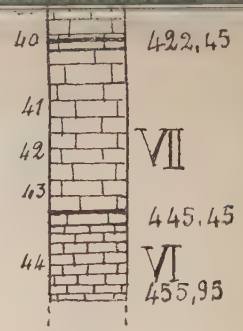
Forages types du *synclinal de Bordeaux*

(1 m. est représenté par 1 m/m)

---

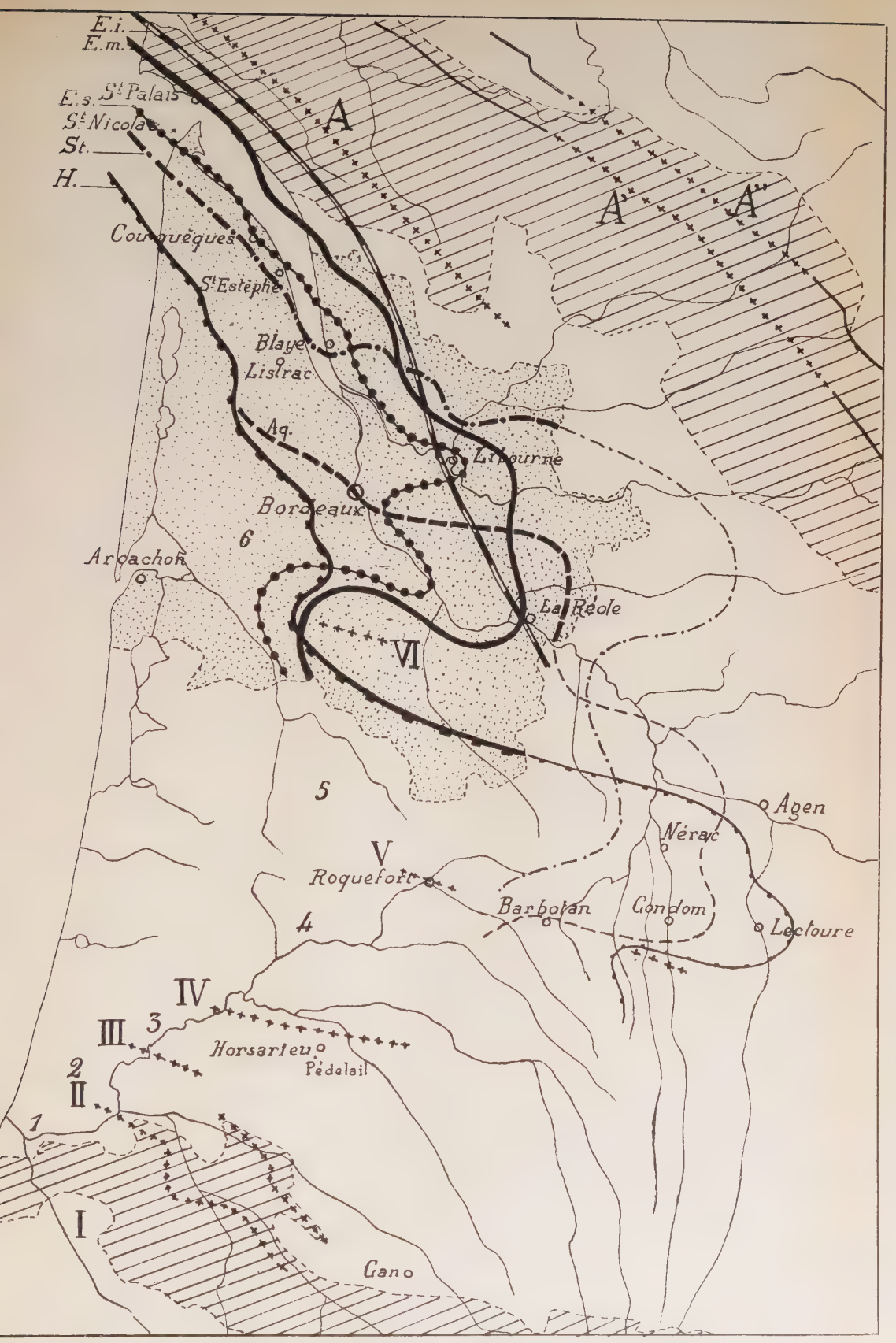
26. Bourg (Le Port).
29. Ludon (I. de Pachan).
32. Bruges.
38. Bordeaux (La Bastide).
39. Bordeaux (La Bastide).
44. Bordeaux (Parc Bordelais).
42. Bordeaux (Quai Sainte-Croix).
55. Libourne.
53. Cadillac.
56. Arcachon (Les Abatilles).

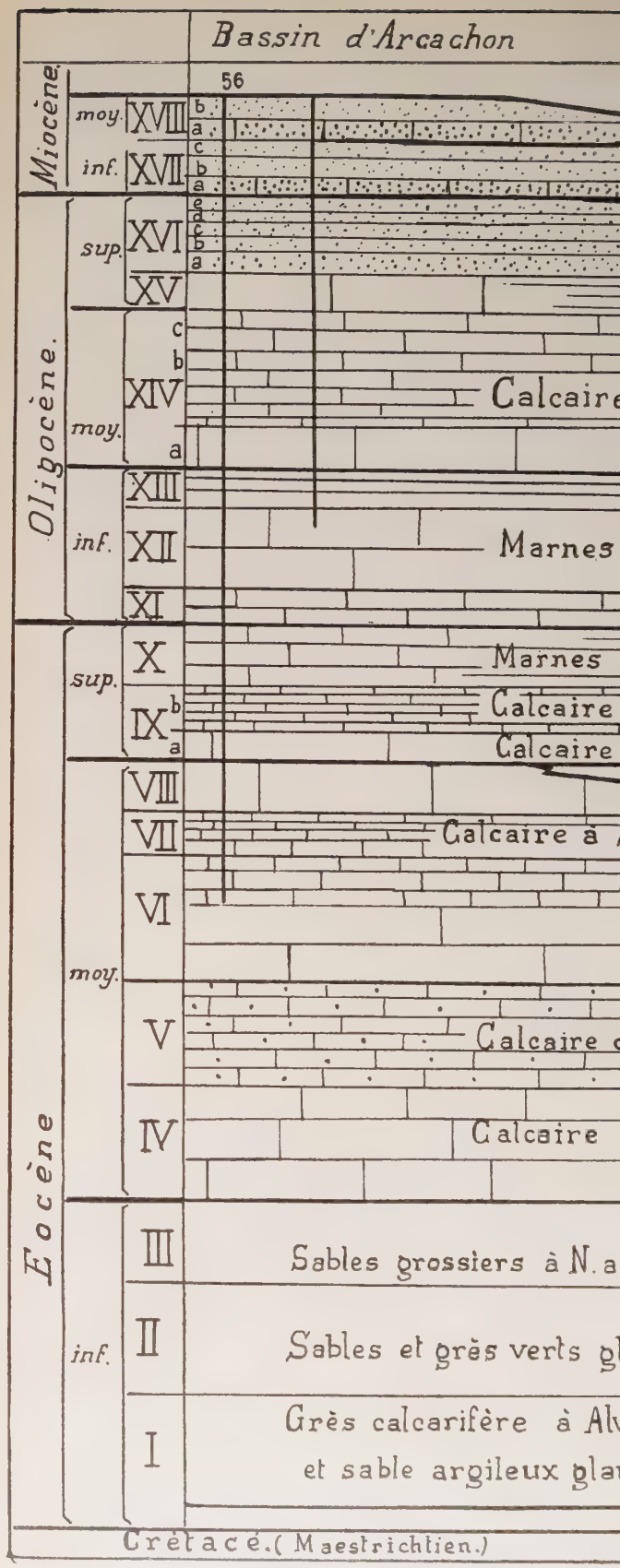




Faits mis en relief :

1. Relèvement du *Calcaire de Blaye* dans le forage 32 situé sur l'*axe anticlinal* A^1 A^2 (fig. 7).
2. Le décalage des couches entre les forages 38, 39 (rive droite) et les forages 44, 42 (rive gauche).
3. La puissance des sables fluviatiles du Libournais dans le forage 55.
4. L'abaissement de l'Eocène, la faible épaisseur de l'Oligocène et la grande puissance du Miocène dans le forage 56.


E.i.
E.m.
E.s.
St Palais
St Nicolas
St.
H.
Coutuèques
St Estèphe
Blaye
Listrac
Aq.
Libourne
Bordeaux
Arcachon
La Réole
A
A'
A''
6
5
4
3
2
1
I
II
III
IV
V
VI
Agen
Nérac
Roquefort
Barbotan
Condom
Lectoure
Horsarieu
Pédelail
Gano


Bassin d'Arcachon
56
Miocène.
moy.
inf.
XVIII
XVII
Oligocène.
sup.
XVI
XV
moy.
XIV
inf.
XIII
XII
XI
Calcaire
Marnes
Eocène
sup.
X
IX
Marnes
Calcaire
Calcaire
moy.
VIII
VII
VI
V
IV
Calcaire à
Calcaire
Calcaire
inf.
III
II
I
Sables grossiers à N.a
Sables et grès verts gl
Grès calcarifère à Alv
et sable argileux glau
Crétacé. (Maestrichtien.)

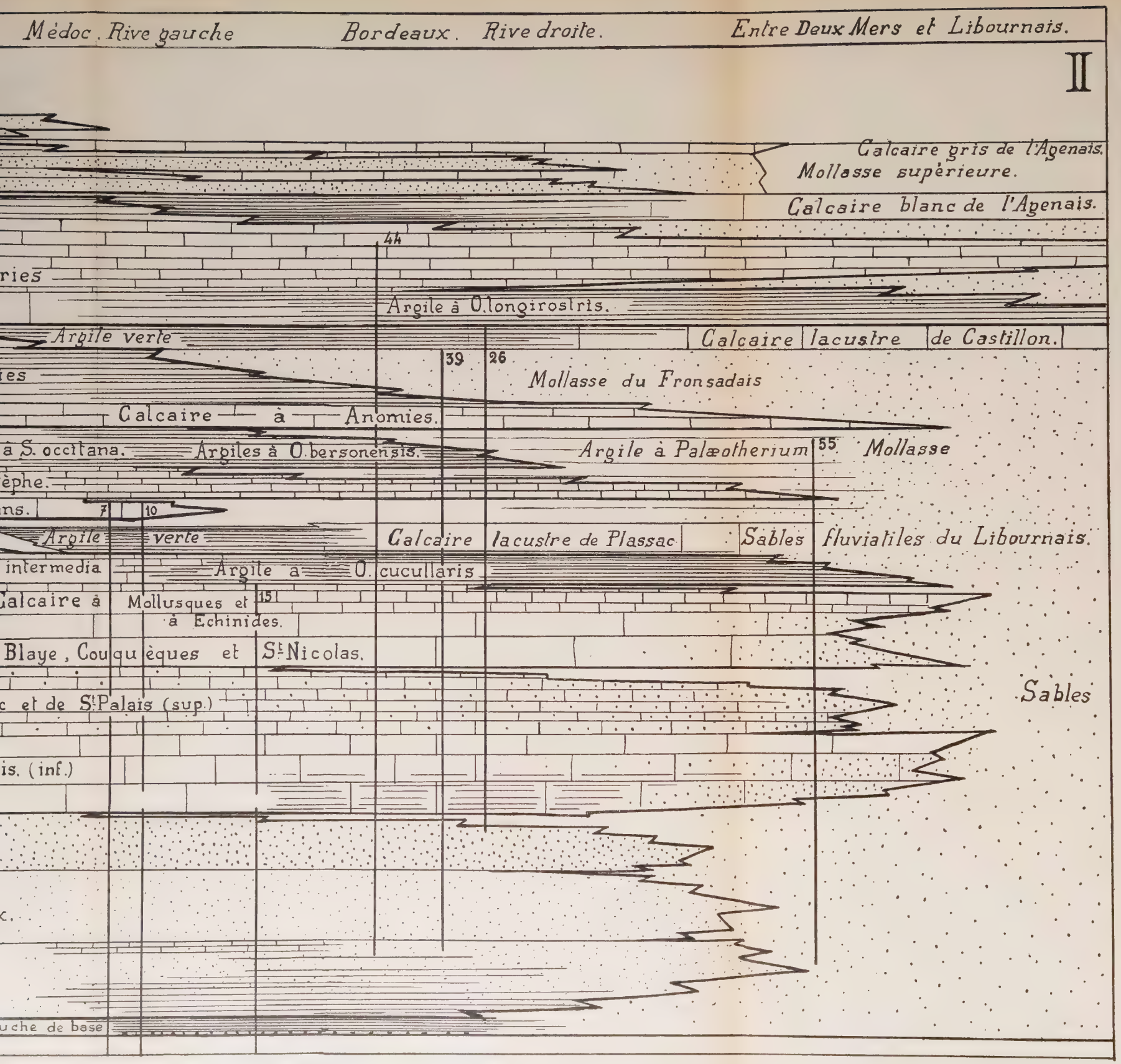
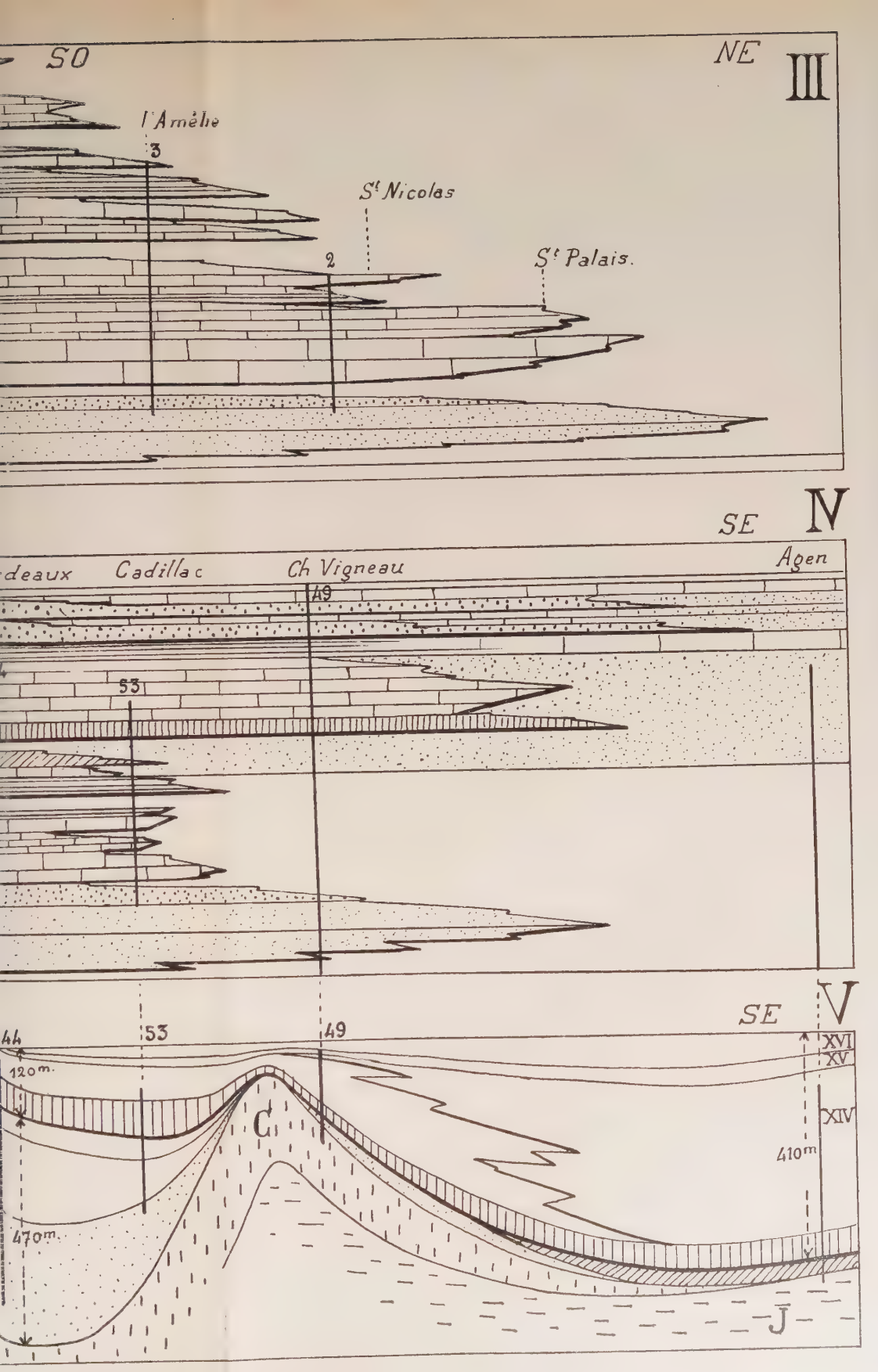
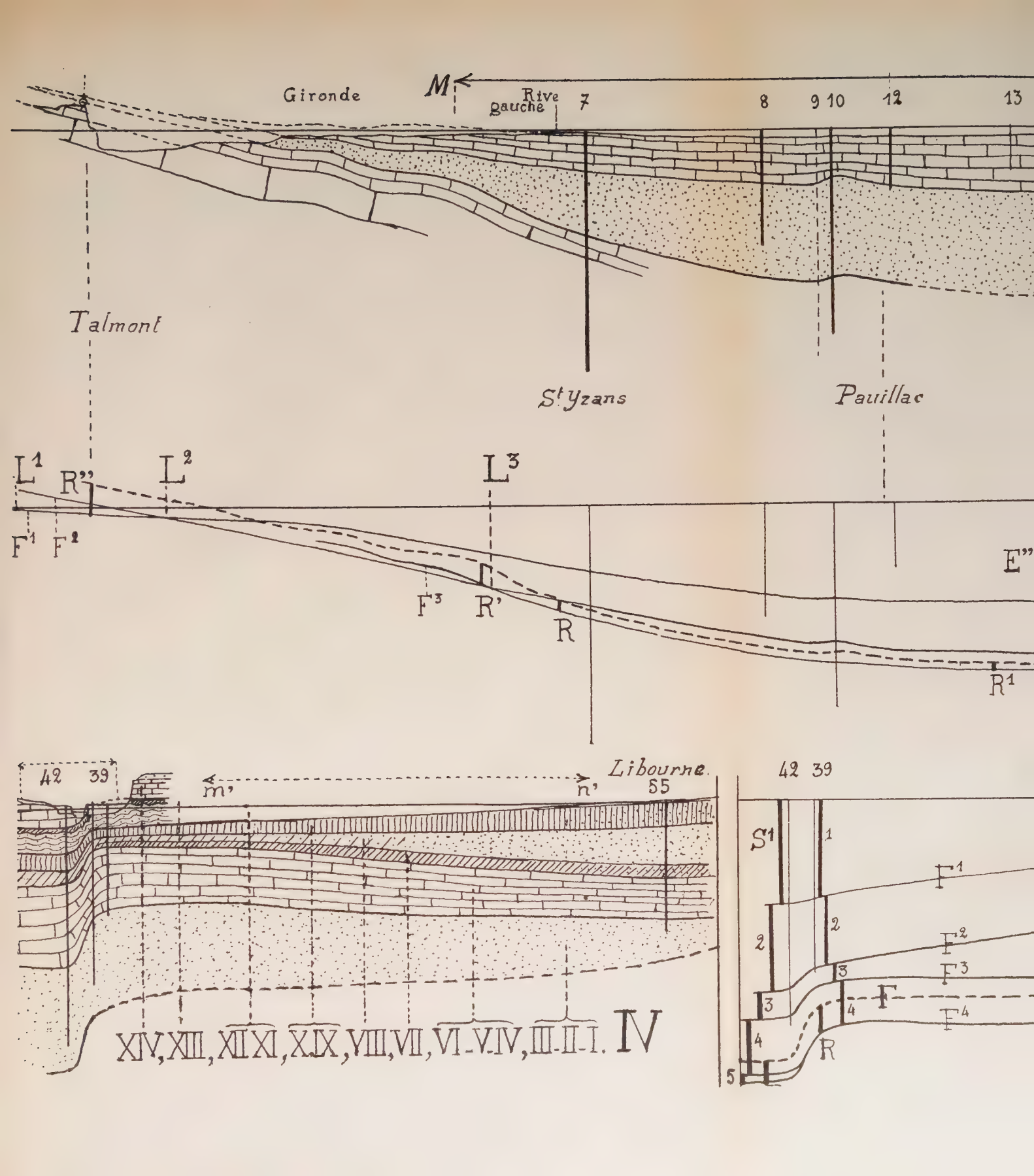

Médoc. Rive gauche
Bordeaux. Rive droite.
Entre Deux Mers et Libournais.
II
Calcaire gris de l'Agenais.
Mollasse supérieure.
Calcaire blanc de l'Agenais.
44
ries
Argile à O. longirostris.
Argile verte
Calcaire lacustre de Castillon.
39
26
es
Mollasse du Fronsadais
Calcaire à Anomies.
à S. occitana.
Argiles à O. bersonensis.
Argile à Palæotherium
55
Mollasse
èphe.
ns.
7
10
Argile verte
Calcaire lacustre de Plassac
Sables fluviatiles du Libournais.
intermedia
Argile à O. cucullaris
Calcaire à Mollusques et à Echinides.
15
Blaye, Coutquèques et St Nicolas.
c et de St Palais (sup.)
Sables
is. (inf.)
c.
uche de base

PLANCHE C


SO
NE
III
l'Amélie
3
St Nicolas
2
St Palais.
SE
IV
deaux
Cadillac
Ch Vigneau
Agen
49
53
SE
V
44
53
49
120m.
470m.
C
XVI
XV
XIV
410m
J


Gironde
M
Rive gauche
7
8
9 10
12
13
Talmont
St Yzans
Pauillac
L1
R''
L2
L3
F1
F2
F3
R'
R
E''
R1
42
39
m'
n'
Libourne
55
XIV, XIII, XII XI, X IX, VIII, VII, VI-V-IV, III-II-I. IV
42 39
S1
1
2
3
4
5
F1
F2
F3
F4
F
R

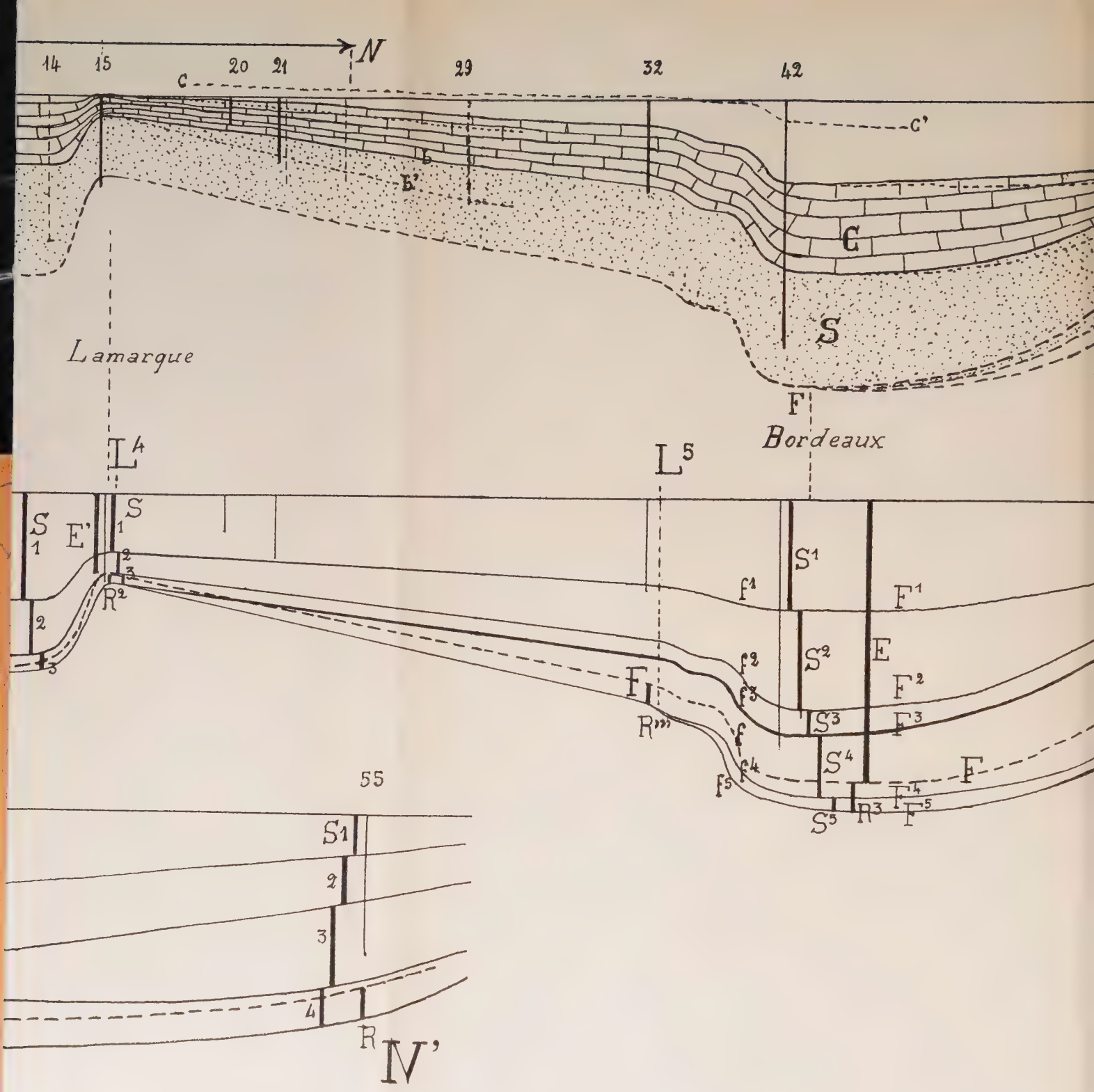
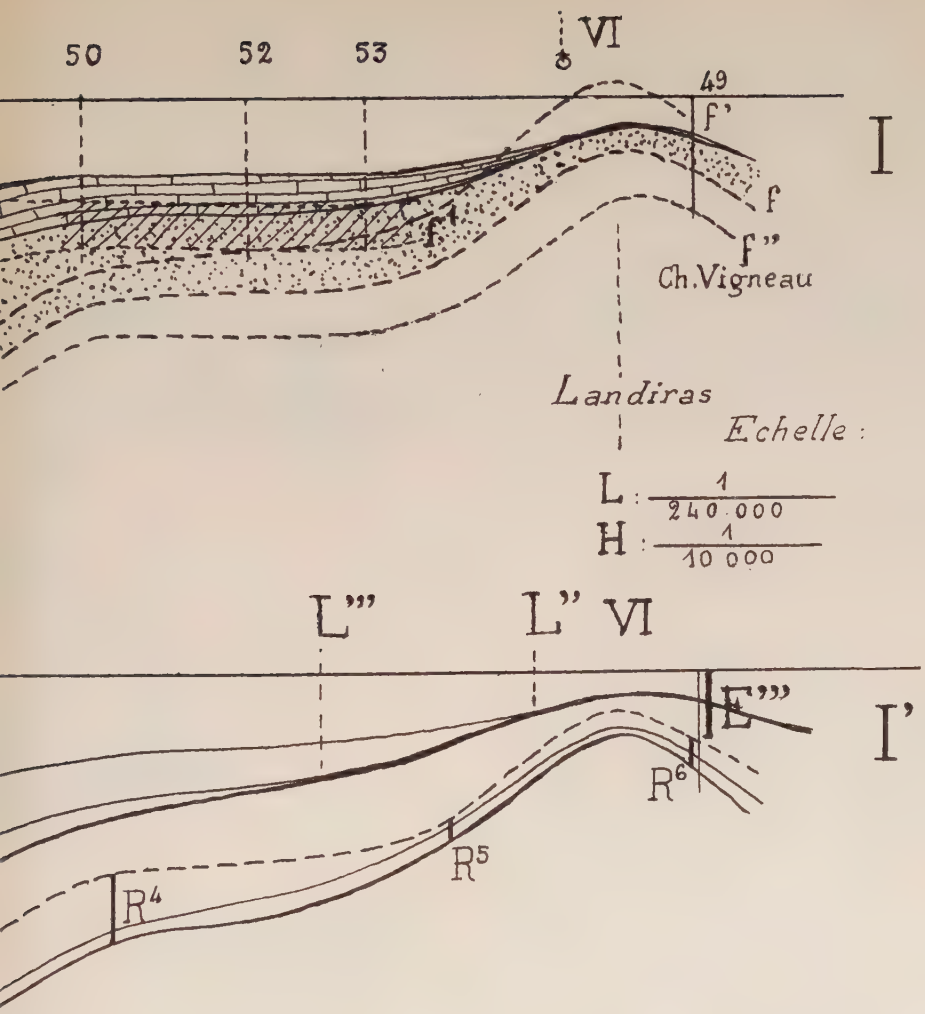
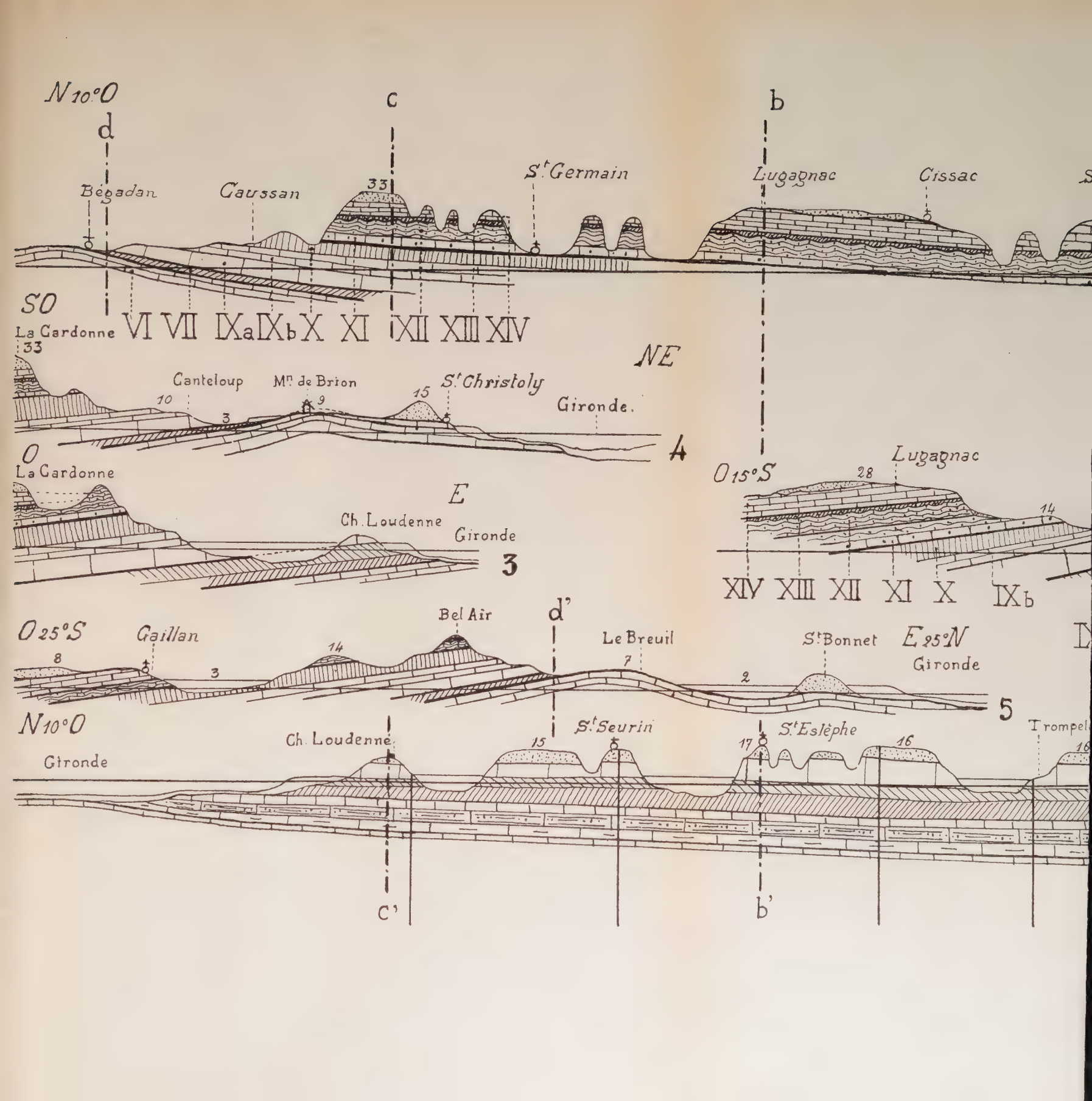

N
14
15
20
21
29
32
42
c
c'
b
b'
C
S
Lamarque
F
Bordeaux
L4
L5
S
1
E'
S
1
2
3
R2
2
3
S1
f1
F1
S2
E
f2
F2
f3
F
R'''
S3
F3
f
S4
f4
F
f5
F4
S5
R3
F5
55
S1
2
3
4
R
IV'

PLANCHE D


50
52
53
VI
49
f'
I
f
f'
f''
Ch.Vigneau
Landiras
Echelle :
L : 1/240.000
H : 1/10 000
L'''
L''
VI
E'''
I'
R6
R5
R4


N 10° O
d
c
b
Bégadan
Gaussan
33
St Germain
Lugagnac
Cissac
SO
La Gardonne
VI VII IXa IXb X XI XII XIII XIV
33
NE
Canteloup
Mn de Brion
St Christoly
10
3
9
15
Gironde.
4
O
La Gardonne
E
Ch. Loudenne
Gironde
3
O 15° S
Lugagnac
28
14
XIV XIII XII XI X IXb
O 25° S
Gaillan
8
3
14
Bel Air
d'
Le Breuil
7
2
St Bonnet
E 25° N
Gironde
5
N 10° O
Gironde
Ch. Loudenne
15
St Seurin
17
St Eslèphe
16
Trompel
16
c'
b'

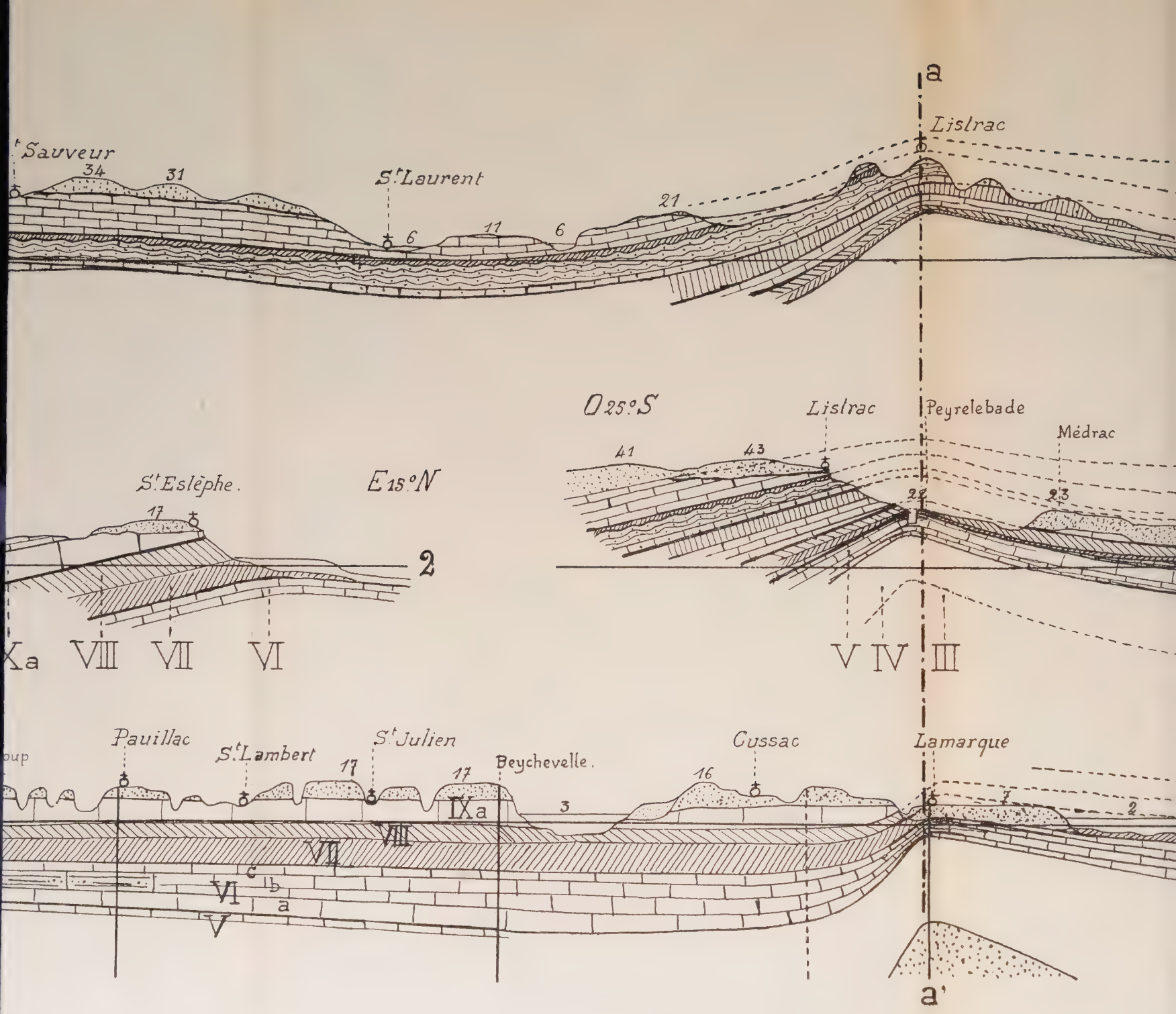
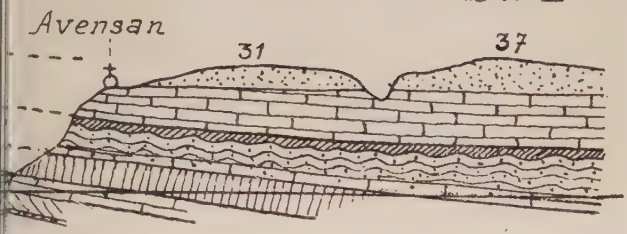

a
Listrac
t Sauveur
34
31
St Laurent
21
6
11
6
O 25° S
Listrac
Peyrelebade
Médrac
41
43
22
23
St Eslèphe.
E 15° N
17
2
Xa
VIII
VII
VI
V
IV
III
Pauillac
St Lambert
St Julien
Beychevelle.
Cussac
Lamarque
oup
17
17
16
IXa
3
7
2
VII
VIII
c
b
a
VI
V
a'

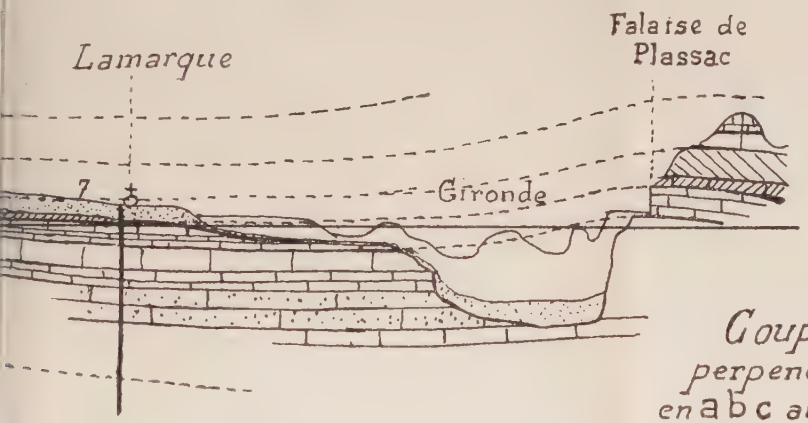
PLANCHE E

S 10° E



III parallèle à la coupe II et passant à 7 kilomètres à l'Ouest.

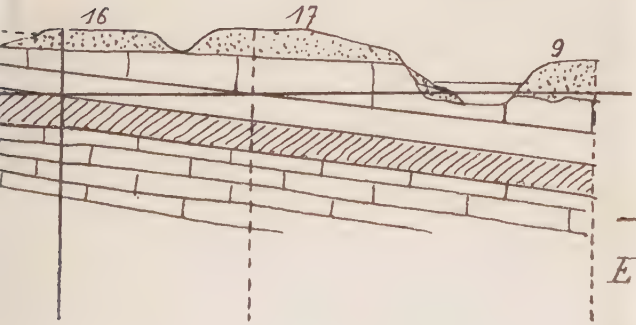
E 25° N



1

Coupes 1,2,3: perpendiculaires en a b c aux coupes II et III

S 10° E



II

Echelle: L: $\frac{1}{80\,000}$ H: $\frac{1}{2\,000}$